



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Sanchez Gomez, Joseph Valentin (orcid.org/0000-0002-0435-2973)

**ASESOR:**

Dr.Tello Malpartida, Omart Demetrio (orcid.org/0000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2024

## DEDICATORIA

La presente tesis a investigar se lo brindo a mi Madre y Padre, Rosa María Gómez Cuevas y Valentín Sánchez Novoa, Por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente.

Y a mis Tíos, Tías, Primos por el soporte esencial constante en mi vida a lo largo del tiempo que he desarrollado el proyecto de investigación.

**Sánchez Gómez, Joseph**

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad por proporcionarme sus instalaciones para poder formarme profesionalmente.

A mi Asesor Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio, por su apoyo y tiempo dedicado para la realización de la presente tesis.

A mi primo Max Saavedra Gómez, mi primo Luis Fernando Gómez y mi amigo José Carlos Vera, por sus aportes y consejos como en el tema de Pavimentos. Gracias por ayudarme en todo momento desinteresadamente para alcanzar con éxito el desarrollo de la presente Tesis.

**Sánchez Gómez, Joseph**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y FÍSICO DE LA SUBRASANTE EN LA VIAS URBANAS CON APLICACION DE GEOSINTÉTICOS, C.P CHOSICA DEL NORTE, LAMBAYEQUE-2023", cuyo autor es SANCHEZ GOMEZ JOSEPH VALENTIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 30 de Abril del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO DNI: 08644876 ORCID: 0000-0002-5043-6510	Firmado electrónicamente por: OTELLOM el 28-05- 2024 23:20:17

Código documento Trilce: TRI - 0743739



# DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

## Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, SANCHEZ GOMEZ JOSEPH VALENTIN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y FÍSICO DE LA SUBRASANTE EN LA VIAS URBANAS CON APLICACION DE GEOSINTÉTICOS, C.P CHOSICA DEL NORTE, LAMBAYEQUE-2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JOSEPH VALENTIN SANCHEZ GOMEZ DNI: 76009897 ORCID: 0000-0002-0435-2973	Firmado electrónicamente por: JSANCHEZGO22 el 30- 04-2024 13:26:44

Código documento Trilce: TRI - 0743742



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad del autor .....	v
Indice de contenidos.....	vi
Indice de tablas .....	vii
Indice de figuras .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2 Variables y Operacionalización .....	13
3.3 Población, muestra y muestreo .....	14
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	16
3.5 Procedimientos.....	18
3.6 Método de análisis de datos.....	41
3.7 Aspectos éticos .....	41
IV.RESULTADOS .....	42
V.DISCUSION .....	50
VI.CONCLUSIONES.....	52
VII.RECOMENDACIONES .....	54
REFERENCIAS .....	55
ANEXOS.....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Flexión bajo carga monotónica, resultados Fuente .....	5
Tabla 2. Ubicación y características de calicata .....	14
Tabla 3. Muestra y Especímenes .....	15
Tabla 4. Puntos de control altimétrico (BM) .....	19
Tabla 5. Análisis Granulométrico mediante el Tamizado .....	22
Tabla 6. Análisis de Granulometría por medio Tamizado ASTM D-422 .....	23
Tabla 7. Análisis de Granulometría por Tamizado ASTM D-422 .....	24
Tabla 8. Análisis granulométrica por Tamizado .....	25
Tabla 9. Distribución Granulométrico .....	26
Tabla 10. Limite Líquido (Muestra 1) .....	27
Tabla 11. Limite Plástico (Muestra 1) .....	27
Tabla 12. Limite Líquido (Muestra 2) .....	28
Tabla 13. Limite Plástico (Muestra 2) .....	28
Tabla 14. Limite Líquido (Muestra 3) .....	29
Tabla 15. Limite Plástico (Muestra 3) .....	29
Tabla 16. Limite Líquido (Muestra 4) .....	30
Tabla 17. Limite Plástico (Muestra 4) .....	30
Tabla 18. Contenido de Humedad (C-1) .....	31
Determinación de la densidad .....	31
Tabla 19. Humedad Óptima (C-1) .....	31
Tabla 20. Contenido de Humedad (C-4) .....	32
Tabla 21. Contenido de Humedad (C-4) .....	32
<b>Tabla 22. Resultado CBR (C-1) .....</b>	<b>33</b>

<b>Tabla 23.</b> Resultado CBR (C-1) .....	34
Tabla 24.Resultados Suelo Natural (Ensayo Proctor) .....	35
Tabla 25.Resultado Ensayo Proctor Suelo Natural con Geotextil .....	35
Tabla 26.Resultado CBR Suelo Natural con Geotextil .....	35
Tabla 27.Resultado Proctor Suelo Natural con Geomalla .....	36
Tabla 28.Resultado CBR Suelo Natural con Geomalla .....	36
Tabla 29.Valores Esfuerzo Normal vs Esfuerzo Cortante con suelo Natural ...	37
Tabla 30.Valores Esfuerzo Normal vs Esfuerzo Cortante con Geotextil .....	39
Tabla 31.Valores Esfuerzo Normal vs Esfuerzo Cortante con Geomalla .....	40
Tabla 32.Resultado Resistencia al corte .....	42
Tabla 33.Prueba de Normalidad.....	43
Tabla 34.Análisis de Varianza para la resistencia al corte .....	44
Tabla 35.Comparacion Prueba Tukey.....	44
Tabla 36.Resultado CBR suelo Natural.....	45
Tabla 37.Resultado CBR con Geomalla y Geotextil (C-1).....	45
Tabla 38.Densidad Máxima del Suelo Natural .....	46
Tabla 39.Densidad máxima con Geosintéticos (C-1) .....	46
Tabla 40.Prueba de Normalidad.....	47
Tabla 41.Análisis de Varianza para la resistencia al corte .....	48
Tabla 42.Comparacion Prueba Tukey.....	48
Tabla 43.Humedad Optimo Suelo Natural.....	49
Tabla 44.Humedad Optima con Geosintéticos.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Población de Estudio .....	14
Figura 2. Muestra Investigación .....	15
Figura 3. Inspección zona de estudio .....	18
Figura 4. Puntos de control altimétrico (BM) .....	19
Figura 5. Herramienta Topográfica.....	20
Figura 7. Geomalla.....	21
Figura 8. Geotextil.....	21
Figura 9. Análisis de Granulometría por medio de tamizado (Muestra 1).....	22
Figura 10. Análisis Granulométrico tamizado (Muestra 2).....	23
Figura 11. Análisis de Granulometría por medio de tamizado (Muestra 3).....	24
Figura 12. Análisis Granulométrico tamizado (Muestra 4).....	25
Figura 13 . Tamiz para la Granulometría.....	26
Figura 14. Aplicación Geosintético para el CBR.....	36
Figura 15. Corte Directo en la muestra .....	38

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar de qué manera la aplicación de geosintéticos influye en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante, el tipo de investigación es por enfoque cuantitativo, por propósito aplicada y de nivel explicativo, el diseño de la investigación es cuasiexperimental. La población estuvo conformado por 200 kg de suelo de la subrasante del Centro Poblado Chosica del Norte con muestra de la calle con más demanda de tránsito, se determinó que la calle Cesar Vallejo es la más transitada por la que se optó la evaluación. Los principales resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio mostraron un aumento en el índice de CBR de la subrasante al incorporarle el uso de geosintético, el CBR aumentó a 15.6 % con Geotextil no tejido y 22.9% con geomalla biaxial respectivamente, estando inicialmente antes de aplicar los geosintéticos con un CBR de 3.33% en suelo natural ,además, se realizó el corte directo para determinar la capacidad portante del suelo natural obteniendo una diferencia de aumento de  $0.15 \text{ kg/CM}^2$  y  $0.037 \text{ kg/CM}^2$  . Finalmente, se determinó que la utilización de geosintéticos influye positivamente mejorando el comportamiento mecánico y físico de la subrasante, de este modo se puede demostrar que en ambos casos mejoran la capacidad del suelo recomendando la utilización de las geomallas biaxiales para suelo arcillosos de baja plasticidad.

Palabras clave: CBR, subrasante, capacidad portante, geomalla biaxial y geotextil no tejido.

## ABSTRACT

The objective of the research was to determine how the application of geosynthetics influences the mechanical and physical behavior of the subgrade. The type of research is a quantitative approach, applied purpose and explanatory level, the research design is quasi-experimental. The population was made up of 200 kg of soil from the subgrade of the Chosica del Norte Population Center with a sample of the street with the most traffic demand, it was determined that Cesar Vallejo street is the busiest street for which the evaluation was chosen. The main results obtained in the laboratory tests showed an increase in the CBR index of the subgrade when incorporating the use of geosynthetic, the CBR increased to 15.6% with non-woven Geotextile and 22.9% with biaxial geogrid respectively, being initially before applying the geosynthetics with a CBR of 3.33% in natural soil, in addition, the direct cut was carried out to determine the bearing capacity of the natural soil, obtaining a difference in increase of 0.15 kg/CM<sup>2</sup> and 0.037 kg/CM<sup>2</sup>. Finally, it was determined that the use of geosynthetics positively influences improving the mechanical and physical behavior of the subgrade, in this way it can be demonstrated that in both cases they improve the capacity of the soil, recommending the use of biaxial geogrids for low plasticity clay soils.

Keywords: CBR, subgrade, bearing capacity, biaxial geogrid and nonwoven geotextile.

## I. INTRODUCCIÓN

En nuestros días la construcción y mantenimiento de infraestructura vial ha sido durante mucho tiempo un detalle característico, ya que la mayoría de las condiciones de construcción de carreteras no son propicias para brindar buenos servicios a los usuarios. El investigador Vargas Elias (2013), señaló que el desarrollo de los pavimentos en México ha sido relativamente lento debido a cambios drásticos en el transporte terrestre, en base a ello una propuesta realizada fue el uso de Geosintético proporcionando una mejora en el comportamiento del pavimento y aumento de la vida útil. En su estudio (Guzman, Garcia y Hernandez 2019) dan a conocer el análisis numérico del proceso infiltración de agua al suelo y suelo-geosintético redujo condiciones de saturación parcial, los efectos indicaron que los geosintéticos tienen menor capacidad para trabajar como material de filtro en el momento que el suelo se encuentre en bajo niveles de presión de poros, proporcionando acumulación de agua para el suelo sobre los Geosintético. Sivapriya y Ganesh (2019,p.2) dan a conocer que en carreteras densamente pobladas donde las cargas verticales de los vehículos pueden ser altas, se pueden usar geosintéticos como elementos de refuerzo base en forma de CBR para aumentar la capacidad de carga de los elementos base. Los resultados muestran que la capacidad portante multicapa aumenta y este avance también varía según el tipo de geosintético. Entre los geosintéticos, la geomalla ha mejorado las propiedades de CBR. Finalmente, se realiza un estudio de costos y un diseño de pavimento flexible para el número óptimo de capas de geomalla. El uso de geomalla como refuerzo de la base de la carretera reduce los costos de construcción con un aproximado de 6,38%. Anselmo Nuñez (2018) nos comenta es esencial diseñar una subrasante con  $CBR \geq 10\%$ . Si el CBR es menor  $< 10\%$  la subrasante se deformará bajo las cargas de tráfico y causará daños en el pavimento. La enmienda del suelo con geomallas incrementa la rigidez del suelo y la habilidad de soportar carga debido a la relación parcial entre el suelo y los materiales de la geomalla.

En el Perú la construcción de pavimentos y vías, es una inquietud constante para las personas, a causa que se hallan en mal estado, según Diario Correo (2019) nos informa que el Fenómeno del Niño costero afecto la infraestructura vial principalmente en la parte norte del país, con un aproximado de 80% de infraestructura vial dañados y requirieron ser reparadas. Ramos Fernandez (2020) da a conocer las ventajas de añadir geosintéticos en el diseño de pavimentos flexibles. Investigaciones adicionales harán que el futuro diseño del pavimento de la carretera de Lima forme parte del código de diseño, lo que reducirá el impacto medioambiental de las estructuras del suelo al reducir la dimensión de la subrasante requerido sin disminuir la resistencia.

Vasquez Sanchez (2018), el Centro Poblado Chosica del Norte con distrito la Victoria presenta inadecuados problemas en cuanto al tráfico, las calles en estos espacios urbanos se encuentran en elevaciones naturales haciendo que estos espacios urbanos sean intransitables tanto para vehículos como para peatones cuando llueve, este tramo de la vía se encuentra actualmente en mal estado. La mayoría de los caminos son suelos arenosos y limosos con baja capacidad portante. La superficie de la carretera es propensa a depósitos y baches, creando inconvenientes para el transporte de vehículos e incluso provocando accidentes de tráfico.

Debido a ellos es necesario el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023 logrando brindar nuevas alternativas para el mejoramiento de la subrasante mediante el uso de los geosintéticos. Desde esta situación crítica nace el problema general PG: ¿De qué manera la aplicación de Geosintéticos influye en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante, CP Chosica del Norte, Lambayeque-2023? Y con problemas específicos , PE1¿Cómo la aplicación de Geosintéticos influye en la resistencia al corte, C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023?, PE2¿De que manera la aplicación de Geosintéticos influye en el Índice de CBR , C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023?, PE3¿Cómo la aplicación de Geosintéticos influye en la Densidad Maxima del suelo , C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023? , PE4¿De que manera la aplicación de Geosintéticos influye en el Contenido Humedad Optima , C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023?

Como justificación desde la vista **práctica**, El presente tema de investigación está dirigido a aportar propuestas novedosas para la mejora de la subrasante mediante el uso de los Geosintéticos empleando geomalla y geotextil, **vista teórica**, la investigación tiene como propósito demostrar la mejora de la subrasante elevando la dimensión del CBR con la aplicación de geosintéticos. Vista **Social**, este tema de investigación puede servir como base para que estudiantes, ingenieros lo utilicen en trabajos a futuros. Desde el enfoque de la vista **metodológico**, en este tema de investigación se recolectarán datos para obtener buenos resultados y resolver problemas.

La siguiente investigación presenta como objetivo general **OG**: Determinar de qué manera la aplicación de Geosintéticos influye en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023. Con objetivos específicos **OE1** Evaluar como la aplicación de geosintéticos influye en la resistencia al corte , C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023. **OE2** Identificar como la aplicación de geosintéticos influye en el índice de CBR , C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023. **OE3** Determinar como la aplicación de geosintéticos influye en la densidad máxima del suelo , C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023. **OE4** Evaluar como la aplicación de geosintéticos influye en el Contenido Humedad Optima , C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023 .

Asimismo, se plantea la siguiente Hipótesis General **HG** La aplicación de Geosintéticos influye significativamente en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023. Como Hipótesis Específicas tenemos, **HE1** La aplicación de geosintéticos influye significativamente en la resistencia al corte, C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023. **HE2** La aplicación de geosintéticos influye significativamente en el índice de CBR, C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023. **HE3** La aplicación de geosintéticos influye significativamente en la densidad máxima del suelo, C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023. **HE4** La aplicación de geosintéticos influye significativamente en el contenido humedad optima, C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

Chairperson (2015), en su estudio investigativo tuvo como objetivo el comportamiento del módulo resiliente y deformación permanente de base estabilizados de geomalla triaxial en la subrasante débil. La técnica utilizada como metodológica fue de tipo experimental y se llevó a realizar ensayos en carga de placa cíclica y estática de secciones de cimentación solidas con geomalla en la subrasante bajo diversa intensidad de carga. Los resultados mostraron que tanto la tensión vertical como horizontal se redistribuyeron a causa de la colocación de geomallas. Las verticales tensiones se repartieron a un área más grande, en tanto las tensiones horizontales se acortaron en un área más baja próximo a la placa de carga. La incorporación de geomallas resultó en una disminución de las deformaciones permanentes, aunque generó un aumento en las deformaciones elásticas. Este efecto condujo a un incremento del 33.09% en la resistencia al corte del suelo al introducir la geomalla, Llegando a un máximo de  $1.9 \text{ kg/CM}^2$ , en contraste con una muestra que no contiene geomallas que presentaba  $1.5 \text{ kg/CM}^2$ . Simultáneamente, el contenido de humedad óptimo necesario para lograr la máxima densidad seca fue del 39% en tanto que, al emplear geomallas este contenido óptimo se redujo a 21.35%. En resumen, se observó una disminución de las tensiones verticales en la interfaz, pero un aumento de las fuerzas horizontales a lo largo del eje central como resultado de la incorporación de geomallas.

(Gunasekara , Gallage y Dareeju 2018) , en su estudio de investigación tuvo como metodología experimental, y se preparó dos pavimentos con modelo idéntico: uno con y sin el reforzamiento de geomalla en la unión de la base y subrasante en una caja de acero de lados de 1m. Los datos obtenidos del ensayo muestran que colocar una geomalla en la unión de la subbase puede reducir significativamente la profundidad de la formación de surcos para el pavimento granular con una base débil ( $\text{CBR} < 3$ ) y muestran que colocar una geomalla compuesta en la parte inferior pudo reducir la formación de surcos, profundidad de recubrimiento granular. La interfaz del sustrato puede reducir significativamente la profundidad de la ranura ( $\text{CBR} < 3 \%$ ) para un recubrimiento granular débil en el sustrato. Después de agregar la geomalla, el nivel de humedad presente en la arcilla fortalecida aumentó un 26,36 % en comparación

con el contenido de humedad estándar de solo 10,24 %. El índice CBR de la arcilla fue del 21 %, mientras que el CBR alcanzó el 47 % cuando se añadió la geomalla. Conclusión: La geomalla compuesta en la unión reduce significativamente la presión transferida al subsuelo. La malla geosintético en la zona de transición reduce significativamente la transferencia de presión al subsuelo.

Cardenas y Arias (2019), el principal objetivo de su estudio fue evaluar la respuesta de carga monótona de muestras de mezcla asfáltica prismática mediante ensayos de flexión utilizando geomallas reforzadas en el tercio inferior de la muestra. Como resultado, la deformación (compresión) se redujo en la falla en comparación con las muestras de prueba no reforzadas, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Flexión bajo carga monotónica, resultados Fuente

<b>Mezclada</b>	<b>(5.0 % cont.asfalto)</b>			
<b>Peso Máxima (KN)</b>	7.20	7.50	7.20	7.20
<b>Deformación. (mm)</b>	2.30	1.90	2.20	2.03
<b>Peso promedial (kN)</b>	7.24			
<b>Deform. prom. (mm)</b>	2.09			
<b>Mezcla</b>	<b>(5.5% cont. asfalto)</b>			
<b>Peso Máxima (KN)</b>	7.90	7.90	8.40	8.20
<b>Def . (mm)</b>	1.90	2.15	2.03	2.20
<b>Peso Prom. (kN)</b>	8.1			
<b>Promed. Def . (mm)</b>	2.1			

Fuente: Arias y Cárdenas (2019)

Como conclusión, informan de acuerdo a los resultados derivados de la evaluación de cargas unidireccionales en flexión proporcionan una base sólida para investigaciones futuras que busquen correlacionar con métodos de refuerzo no tradicionales para futuros proyectos.

Murad (2017), elaboró un estudio como objetivo la utilización de geosintéticos en la construcción de pavimentos, centrándose en revisar la literatura existente, explorar las características fundamentales y recopilar información esencial sobre los geosintéticos. La metodología empleada se fundamenta en una revisión

exhaustiva de la literatura, la recolección de muestras de suelo y la realización de pruebas en laboratorio, seguidas por el diseño del pavimento mediante la metodología AASHTO-93. Como resultado este trabajo evidenció que los materiales geosintéticos pueden desempeñar diversas funciones en el pavimento, tales como separación, refuerzo, filtración, drenaje y contención. Además, como conclusión el diseño adaptado de AASHTO revela que es factible reducir significativamente, entre un 20% y un 40%, el espesor de la capa base utilizando geomallas.

Bouacha (2017), presentó un artículo cuyo objetivo es examinar el desempeño de las estructuras de pavimento reforzadas con capas de geotextiles. Se desarrolló un modelo numérico utilizando el software Plaxis V, basado en el principio de elementos finitos, para comprender mejor el comportamiento de la estructura del pavimento y el suelo mediante el análisis de parámetros de tensión y deformación. Como resultado, se encontró que la incorporación de geotextiles puede ocasionar una reducción significativa en el desplazamiento de las estructuras evaluadas. Además, se observó que la propagación de las ondas de tensión radial varía según el modelo analizado.

(Deshmukh y Shahu 2019) elaboraron un artículo que examina los métodos de diseño disponibles para el uso de geomallas en caminos no pavimentados. Se tuvo como objetivo llevar a cabo caracterizaciones de las propiedades de la geomalla, junto con la presentación de resultados de trabajos experimentales y pruebas de laboratorio a pequeña escala para simular las cargas que actúan sobre el pavimento flexible. Los resultados obtenidos indican una mejora en la resistencia al corte de las muestras, una reducción en la deformación permanente y una mejora en la relación de soporte en las muestras de suelo reforzadas con geomalla en comparación con las muestras de suelo no reforzadas.

Cuelho (2017), el objetivo del estudio es estabilizar el subsuelo con geosintéticos mediante pruebas de campo y calibración. El método fue experimental, con la rutina longitudinal como índice de desempeño principal, y las ecuaciones de diseño asociadas con el método de Girou-Han están calibradas para que la

resistencia de la conexión del geotextil transversal se convierta en el principio de desempeño de los geosintéticos. Los resultados del estudio de regresión lineal indicaron que la resistencia del punto de conexión de la geomalla en la dirección perpendicular a la máquina mostró una correlación más fuerte Relacionado con el desempeño en este contexto y bajo estas circunstancias específicas. El valor CBR de una geomalla con una longitud de 10 mm y un diámetro de 3 mm es del 16,71 %, que es 2,73 veces mayor que el del suelo no reforzado. Se concluyó que el valor CBR de la geomalla incremento debido a la plasticidad de la geomalla. Conclusiones: Los materiales geotextiles muestran un buen desempeño en la estabilización de terraplenes, Sin embargo, debido a la cantidad limitada de secciones de prueba y la carencia de evaluaciones adecuadas para describir completamente las características de aplicación de este tipo de material, es difícil determinar las propiedades del material relacionadas con su desempeño.

Anyaipoma Aranda (2019), en su investigación tuvo como objetivo el efecto beneficioso del refuerzo de geomalla de una sola capa del suelo subterráneo y su desempeño en condiciones de carga estática y cíclica. El método es experimental con pruebas cíclicas triaxiales realizadas en especímenes reforzados y no reforzados en posiciones óptimas obtenidas de la geomalla para investigar su comportamiento bajo carga repetida. Los hallazgos indicaron un aumento en los valores de CBR con el refuerzo, llegando a su punto máximo cuando la geomalla se ubicó entre el 72 % y el 76 % de la profundidad desde el extremo superior de la muestra. Se logró inicialmente un CBR de 63.25 % antes de la implementación de la geomalla que disminuyó un 21.32%. Para todos los efectos prácticos, la altura de las muestras en el laboratorio se refiere a la profundidad de la capa de suelo compactado en el campo. Conclusiones: Los resultados mostraron que la deformación elástica de las muestras de suelo no reforzado se redujo en casi un 35% cuando se reforzaron con geomallas. Además, la geomalla puede desempeñar un papel importante en la limitación del agrietamiento en los sistemas de pavimento, ya que la deformación permanente de los especímenes reforzados se redujo en un 44 % en comparación con los especímenes no reforzados.

Hueto y Montoya (2016), mencionan que el objetivo de su estudio es el uso adecuado de los Geotextiles Tejidos. La geomalla mantuvo y recuperó la deformación lateral del agregado, a la vez que la parte inestable falló por desplazamiento lateral progresivo. Los datos obtenidos de las evaluaciones muestran que la adición de la geomalla reduce la deformación permanente de la subrasante y la subrasante y cambia la distribución de las tensiones radiales en la subrasante y la subrasante. Conclusión: Después de la adición del geotextil tejido T2400, el CBR aumentó significativamente, considerando que el CBR inicial fue de 18.25 %, el CBR alcanzó el 51.30 %, lo que indicó el geotextil tejido T2400 contribuyó a mejorar la compactación del suelo.

Sun y Han (2015), su objetivo de la investigación es evaluar cómo la geomalla afecta la deformación elástica y la tensión radial de la base de agregados y el suelo. El método es experimental y consiste en aplicar cargas de placas cíclicas A una base de agregados similar a la de Kansas con grosores de 0.15, 0.23 y 0.30 metros a través de una placa de 0.3 m de diámetro. Para la investigación la magnitud de la carga aplicada al pavimento de 5 kN a 50 kN en incrementos de 5 kN, se evaluó el impacto de esta variación en la respuesta del pavimento. Los resultados de las evaluaciones mostraron que la adición de la geomalla reduce la deformación permanente de la subrasante y la subrasante y cambia la distribución de las tensiones radiales en la subrasante y la subrasante. La densidad seca máxima alcanzada con geomalla es de 1,45 gr/cm<sup>3</sup>, que es un 30 % superior a la **densidad seca máxima** estándar de 1,27 gr/cm<sup>3</sup>. Esto ocurre cuando el contenido de humedad óptimo es del 22,35 % y el uso de geomalla reduce el **contenido de humedad** al 20,15 %, lo que reduce el contenido de humedad requerido para lograr la máxima densidad seca. Conclusión: La geomalla mantuvo y recuperó la deformación lateral del agregado, a la vez que la parte desestabilizada falló por desplazamiento lateral progresivo.

G&G (2004), Empresa Mexicana con nombre Geomembranas y Geosintéticos nos da a conocer que el término de geosintéticos son productos fabricados a partir de materiales poliméricos sintéticos destinados a la construcción. Su aplicación es un elemento clave en la ingeniería de estructuras o sistemas. El prefijo "geo" indica que su uso se refiere a la tierra, suelo o roca que contribuye o cambia las características naturales de la tierra. Los geosintéticos se usan ampliamente en ingeniería civil, como infraestructura y líneas de transporte terrestre, protección ambiental, conservación del agua y muchas otras industrias.

(Jayashree, Jeevanantham y Yamini 2020) detallan que la combinación de geotextil y geomalla demuestra una mayor mejora en la resistencia en comparación con el uso exclusivo de la geomalla y Han (2013) , explica que en caminos pavimentados y no pavimentos, resultan en la reducción del espesor de la base y/o vida prolongada de la vía.

La Norma D 4439 ASTM (2015), detalla que los geosintéticos son productos planos fabricados con sustancias poliméricas destinados a actuar sobre suelos, rocas, suelos u otros tejidos relacionados En el ámbito de la ingeniería geotécnica, inclusive como componente esencial de la ingeniería realizada por el ser humano, Calvarano (2017) sostiene que el uso de refuerzo de Geosintético en subsuelos débiles puede mejorar significativamente el cumplimiento óptimo de estos caminos, Kawalec (2019) indica que los geosintéticos pueden contribuir a mejoras reales en el rendimiento general. De esta forma, los geosintéticos cumplirán las funciones básicas de aislamiento fortalecimiento, permeabilidad, evacuación y retención. Conforme a su función principal o primaria, los geosintéticos vienen en una variedad de formas.

Las propiedades mecánico y físico en el tema de investigación, Salas (2013) comparte que las propiedades físicas son determinadas por medición directa con instrumentos calibrados en el laboratorio. La norma ASTM D 6637 (2013) nos dice las propiedades mecánicas son las diferentes formas en que los materiales de construcción se comportan cuando se someten a fuerzas externas.

Las bases teóricas respecto a **Vías Urbanas**: “Espacio público en un área urbana, es decir, dentro de un entorno como un pueblo o una ciudad” (MTC, 2014,p.21).

**Pavimento**: Torres (2006), se trata de estratos conformados por un material específico que recibe y distribuye las cargas generadas por el tráfico vehicular y peatonal hacia las capas inferiores del suelo de manera gradual y dispersa

**Subrasante**: Torres (2006), suelo original del área de una vía encargado de resistir y llevar las cargas generadas por el tráfico de vehículos y personas a través de la estructura del pavimento. Hausmann (1987) nos indica función de brindar estabilidad adecuada a materiales conforman un pavimento .

**Subbase**: Área de terreno tratada para la construcción de una base o pavimento, capa ubicada entre la base y la subrasante (Mendoza y Ramos ,2008,p.2).

**Base**: Nuñez (2016), esta capa situada debajo del pavimento y sobre la subrasante, cumple la función clave de soportar, repartir y trasladar las cargas generadas por el tráfico. Está compuesta por material granular con capacidad de drenaje ( $CBR \geq 80\%$ ). La capa de base se encarga de absorber y distribuir los esfuerzos producidos por los vehículos de manera uniforme hacia las capas subyacentes de subbase y subrasante.

**Carpeta Asfáltica**: Las capas de asfalto se elaboran con el propósito de brindar a los usuarios una superficie de circulación que sea uniforme, resistente, cómoda, segura y con buen drenaje (Mendoza y Ramos ,2008,p.2).

**Geomalla**: Heredia Mera, (2017), es un geosintético resistente, adecuado para la estabilización de superficies, terrenos, cimentaciones o caminos. Se emplea comúnmente en aplicaciones de refuerzo.

**Geomalla Biaxial**: Jimenez Vargas (2017), su estructura reforzada en ambas direcciones facilita una redistribución de esfuerzos más eficiente. Estos geosintéticos se aplican en situaciones con cargas elevadas a corto plazo o cargas moderadas durante periodos prolongados. Además, su versatilidad permite su instalación en cualquier dirección, ya que funcionan eficazmente en ambas. Fabricados principalmente con polipropileno, estos materiales son química y biológicamente inertes, y resisten los procesos degenerativos del suelo.

**Geotextil**: Alvarez Ramon (2014), es un tejido sintético plano compuesto por fibras poliméricas, similar a una tela, que es permeable y presenta una notable deformabilidad. Su principal uso en aplicaciones de ingeniería y obra civil, en

contacto con el terreno para desempeñar tareas de separación, filtrado, drenaje, fortalecimiento o protección.

**Geotextil no tejido:** Geotexan (2017), fibras de polipropileno o poliéster conforman estos geotextiles, cuyas funciones principales incluyen drenaje y filtración al permitir el paso del agua y retener partículas finas. Asimismo, se utilizan para la separación de suelos con distintas propiedades físicas, refuerzo y estabilización del terreno, y protección de barreras impermeables. Estos geotextiles no tejidos son comúnmente empleados en proyectos tales como carreteras, ferrocarriles, obras hidráulicas, sistemas de drenaje, control de taludes, construcción de túneles o vertederos.

**Capacidad Portante del suelo:** Constructivo (2023) es crucial en la investigación de la mecánica de suelos, ya que los ingenieros analizan la capacidad del suelo para resistir la carga generada por vehículos y tráfico continuo. Este análisis facilita la determinación del espesor necesario para la capa de pavimento y la creación de una estructura que pueda soportar estas cargas sin experimentar deformaciones excesivas o asentamientos.

**Resistencia al Corte:** “Es el resultado a la resistencia al corte de un volumen de suelo se define como la resistencia interna por unidad de área que ofrece el suelo para resistir la falla causada por esfuerzos y deslizamientos a lo largo de cualquier plano dentro de él. Los parámetros de resistencia al corte son cruciales en el caso de arcillas, ya que son determinantes para calcular la capacidad de carga del suelo. Esto, a su vez, tiene un impacto significativo en la planificación de estudios geotécnicos previos a proyectos de construcción o infraestructura” (Alva Hurtado, 2014,p.1)

**Máxima densidad seca:** Quispe Chirinos (2016), nos comenta es debido a la relación entre el nivel de humedad óptimo y la densidad del suelo cuando se somete a cambios debido a la influencia de la actividad mecánica externa.

**CBR :** Sanchez Leal (2018) Es una prueba que permite evaluar la calidad de un material de suelo mediante la medición de su resistencia, realizada a través de un ensayo de placa a escala . Según Atul y Deepak (2021,p.2), sostienen que un índice de CBR más bajo resultará en una capacidad de carga reducida para la carretera y una vida útil menor.

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1 Por Propósito**

Según Lozada (2014), la investigación aplicada tiene como objetivo generar conocimiento que pueda aplicarse directamente para abordar los problemas de la sociedad o del sector productivo.

Por lo tanto, la presente investigación tiene por propósito aplicada porque se evaluarán los resultados, los que brindarán la información relevante en cuanto al proceso de prueba y se utilizara esta información a lo largo del proceso de investigación.

##### **3.1.2 Por Enfoque**

Según Guillermina Paz (2017), el enfoque de la investigación es cuantitativa, utilizar la estadística para comparar las hipótesis y los datos obtenidos durante el experimento.

Por lo tanto, la investigación será por enfoque cuantitativo porque se utilizarán especímenes y evaluar el comportamiento de ellas, además debido a que las variables de estudio son numéricas.

##### **3.1.3 Nivel de investigación**

Según Mendoza Torres (2018), La investigación explicativa su propósito es explicar porque surge un fenómeno y bajo qué condiciones ocurre, o porque existe una asociación entre dos o más variables.

Este estudio pertenece al nivel explicativo debido a que se intenta establecer la relación causal a través de la inclusión de los geosintéticos en las propiedades mecánicas y físicas.

##### **3.1.4 Diseño de investigación**

Tacillo Yauli (2016), nos da a conocer que el diseño de la investigación es una técnica para recopilar datos de una muestra representativa de una población, generalmente con la finalidad de extrapolar los resultados a una población más extensa. Estas muestras son una fuente crucial de información para los medios

de comunicación., las autoridades públicas, los educadores, las empresas y todos los involucrados en la economía de la información. (p. 82)

Por lo tanto este trabajo es de diseño **cuasi-experimental** por que la muestra es no aleatoria, ya que las variables independientes (geotextil y geomalla) serán manipuladas para observar cambios en la variable dependiente (suelo natural /subrasante)

## **3.2 Variables y Operacionalización**

**3.2.1 Variable Independiente** se tiene Aplicación de Geosintéticos.

**Definición Conceptual** : Ambientales (1994), los geosintéticos son materiales hechos principalmente de productos derivados del petróleo y originalmente utilizados en aplicaciones geotécnicas para mejorar, modificar o mantener las propiedades del suelo con el que interactúan.

**3.2.2 La Variable Dependiente**, Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas.

**Definición Conceptual:** Salas, (2013) ,el comportamiento mecánico y físico son cambios que presentan las propiedades de todo tipo de material, las cuales son esenciales ya que de eso depende las variaciones y sus aplicaciones en toda investigación.

La Matriz de Operacionalización se encuentra detallada en el ANEXO N°2.

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1 Población

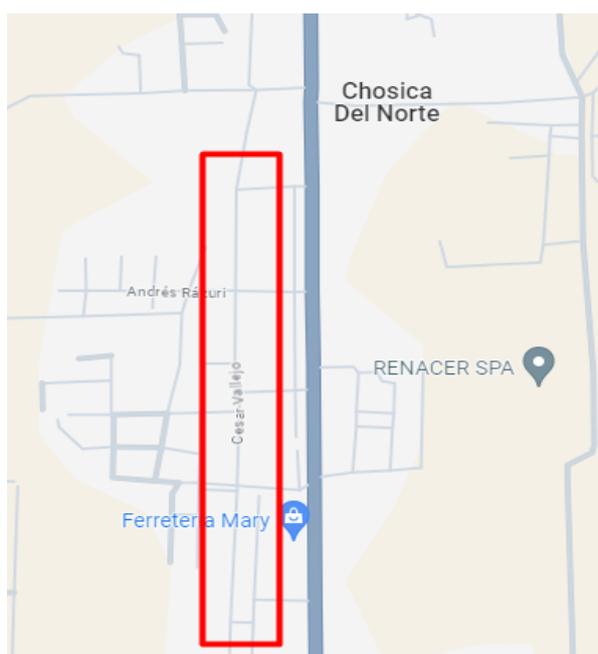
Carrillo Flores (2015), conjunto de personas, cosas, componentes o sucesos que están presentes dentro de una región o área específica y que comparten ciertas características que se desean investigar.

En la presente investigación la población está compuesta por 200 kg de suelo obtenidos de 4 calicatas. Los criterios de inclusión a escoger es debido que en el tramo con aproximadamente 1000 Metros (1 km ) es la ubicación donde circulan una mayor cantidad de vehículos de carga, dada la actividad comercial presente en la zona y por presentar mayor cantidad de fallas por lo que se desarrollaran las calicatas de estudio según (MTC, 2014). En la Figura 1 y Tabla 2 se muestra la ubicación de estudio.

Tabla 2. Ubicación y características de calicata

CAL.	M(Km)	Prof.	Cantidad Muestra (kg)	Coordenada UTM	
				Este	Norte
C-1	0+000	1.5 m	50	-629220.51	-9243671.45
C-2	0+250	1.5 m	50	-629232.511	-9243856.89
C-3	0+500	1.5 m	50	-629224.382	-9244021.52
C-4	0+750	1.5 m	50	-629323.678	-9243849.65

Figura 1. Ubicación Población de Estudio



Fuente: Google Maps

### 3.3.2 Muestra

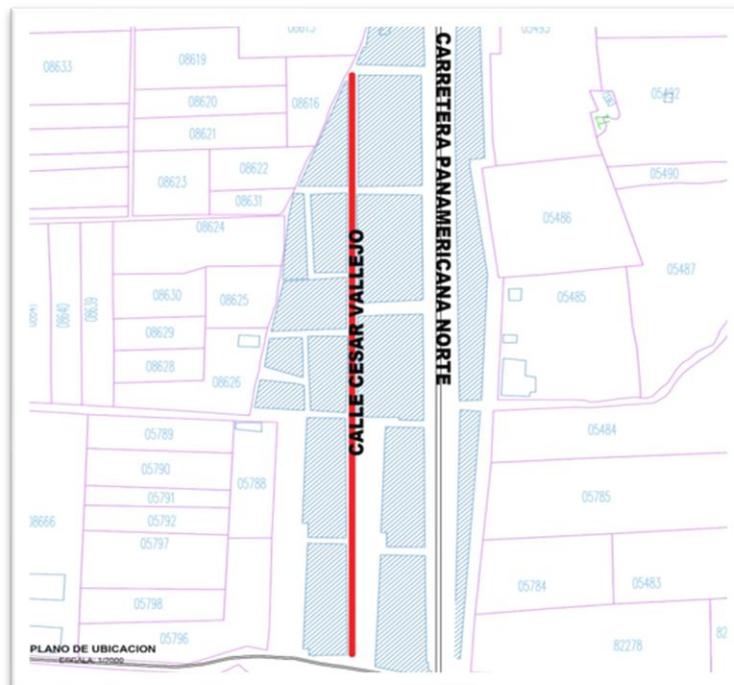
Hernandez Sampieri (2014), se refiere al subconjunto de la población del cual se recopilarán datos, el cual debe ser previamente definido y delimitado de manera precisa.

Las muestras estarán derivadas según el ensayo, en la tabla 3 especificaremos los tipos de ensayos.

Tabla 3. Muestra y Especímenes

Muestra	Especímen	Ensayo
Suelo Natural C-1	M-1.1	*Proctor Modificado
Suelo Nat. C-2	M-1.2	*CBR
Suelo Natural C-3	M-1.3	*Esfuerzo cortante
Suelo Natural C-4	M-1.4	
Terreno natural con menor CBR + Geotextil no tejido	MA-1.1	*Proctor Modificado *CBR *Esfuerzo cortante
Terreno natural con menor CBR + Geomalla Biaxial	MB-1.1	*Proctor Modificado *CBR *Esfuerzo cortante

Figura 2. Muestra Investigación



Fuente: Google Maps

### 3.3.3 Muestreo

En el presente trabajo de estudio el muestreo es **no probabilística / no aleatoria** porque es representativo de la población.

## 3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

### 3.4.1 Técnica

Según, Borja Suarez (2016) indica que hay muchos métodos de recopilación de datos o información que son complementarios, pero no exclusivos. Estos incluyen: encuestas, observaciones directas, entrevistas y experimentos estandarizados. Carrasco Diaz (2008), nos comenta La observación es un esfuerzo consciente por conocer la naturaleza y calidad de los fenómenos reales con nuestros sentidos o con la ayuda de algún instrumento. (p. 274).

En la siguiente investigación se realizará el método de observación directa utilizado para recopilar información. para medir y observar el efecto sobre la variable dependiente.

### 3.4.2 Instrumento de recolección de datos

Arias Gonzales (2020), **el instrumento** son los medios por donde el investigador registra informaciones sobre las variables observadas en el transcurso del estudio.

Las fichas técnicas fueron empleadas como instrumento en el desarrollo de este estudio donde se registró los resultados de los ensayos experimentales.

Las Fichas Técnicas se Ubican en el **Anexo N°6** .

**Ficha Técnica 1**    Ensayo límites de consistencia

**Ficha Técnica 2**    Ensayo Proctor

**Ficha Técnica 3**    Ensayo (CBR)

**Ficha Técnica 4**    Ensayo Corte Directo

### 3.4.2.1 Validación de los Instrumentos

Hernandez Sampieri (2014) hace referencia al nivel en el que un dispositivo e instrumento mide y refleja cierto nivel de control del tema y puede ser medido.

La validación se realizará mediante el juicio de 3 expertos con experiencia para brindar una validez correcta de las fichas técnicas presentadas.

-Jonathan H. Barturen Manay CIP:232338

-Ronald Sialer Valdiviezo CIP : 283817

-Rildo Raul Rique Pérez CIP : 125734

La validación de Juicio de expertos se ubica en el Anexo N°14.

**3.4.2 La Confiabilidad** se realizará a través de los equipos de calibración certificados que nos dará la confiabilidad de los resultados y el uso de software. Hernandez Sampieri (2014), detalla que se refiere al nivel de consistencia en la producción de resultados por parte de un instrumento.

Los Certificados de Calibración de equipos se ubican en el Anexo N°12.

- Certificado de Calibracion de Equipos

-Certificado de Tamices Calibrados

-Certificado de Balanza Electronica

- Licencia SPSS Estadística

### 3.5 Procedimientos

#### Etapa 01: Inspección zona de estudio

Se realizó el reconocimiento en la calle más transitada y que presenta mayor deterioro por el tránsito de vehículos, la zona de estudio es a nivel de terreno plano con ciertas ondulaciones debido a durante épocas lluviosas, se debe dar preferencia a un proyecto de pavimentación. Se ubica el estudio en el Departamento de Lambayeque, Provincia Chiclayo, Distrito la Victoria como muestra la Figura 3 .

Figura 3. Inspección zona de estudio



Fuente: Google Earth

## Etapa 02. Topografía y elaboración de calicatas

De la muestra de 1 km de estudio se realizó su topografía para determinar el tamaño y el contorno (de objetos tridimensionales) de la superficie terrestre midiendo distancias, direcciones y elevaciones. A continuación, en la Tabla 4 se detalla las coordenadas WGS 84.

COORDENADAS WGS 84			
P	N	E	Cota
BM-1	9243742.801	629219.347	23.3633
BM-2	9244022.223	629235.2426	23.7079
BM-3	9244221.466	629222.4562	24.155

Tabla 4. Puntos de control altimétrico (BM)

**Nivelación Geométrica;** Se fijaron puntos de referencia altimétrica para el levantamiento topográfico, conocidos como puntos de control (BM), los cuales serán utilizados más adelante para la disposición precisa en el lugar de trabajo. Estos puntos fueron ubicados en áreas estables, como en las intersecciones de calles.

Figura 4. Puntos de control altimétrico (BM)



Fuente: Elaboración Propia

La Herramienta de trabajo que se usa es una ESTACION TOTAL LEICA TS06

Figura 5. Herramienta Topográfica



Fuente: Elaboración Propia

#### **Etapa 04. Adquisición de Geosintético**

Se va a adquirir de una compañía de ventas de Geosintéticos, se empleará la Geomalla Biaxial y Geotextil no tejido.

**Geomalla Biaxial:** se compró en GEOFORT SAC, ubicada en la Calle 3 Mz Ñ1 con Lote 1, Asoc. Industrial Asesor de ATE, con almacén en la Av. Casuarinas Chilca - Parcela II, adquiriendo un rollo de Geomalla con un costo de S/ 250.00 .Abertura malla longitudinal 38 mm y abertura malla transversal 36 mm , color negro con un ancho de rollo 3.95 m y de largo 50 m . (Especificaciones técnicas en Anexo)

Figura 7. Geomalla



Fuente: Elaboración Propia

**Geotextil no tejido:** Se obtuvieron de PLASTIC TECHNOLOGY DEL PERÚ SAC, situada en la Manzana R, Lote 34 parte de la Asociación de Propietarios de Pariachi 1º Etapa, Ate 15483, adquiriendo un rollo 1 rollo con un costo de S/ 200 soles .

Figura 8. Geotextil



Fuente: Elaboración Propia

## Etapa 05: Caracterización de los Materiales

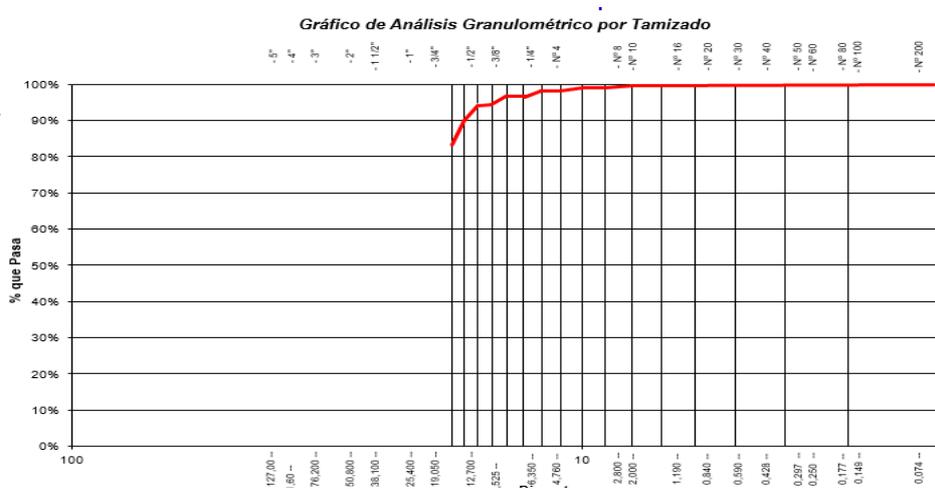
### Clasificación de Suelos

Tabla 5. Análisis Granulométrico mediante el Tamizado con norma ASTM D-422

Calicata N° 1 - Muestra N°1

Tamiz		Peso Ret.	% Retenido Par.	% Retenido Acum.	% Pasa
Ø	(mm)				
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.40	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1/4"	6.350	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N° 4	4.760	0.83	0.28%	0.28%	99.72%
N° 10	2.000	2.25	0.75%	1.03%	98.97%
N° 20	1.900	2.35	0.78%	1.81%	98.19%
N° 40	0.420	4.80	1.60%	3.41%	96.59%
N° 50	0.300	6.72	2.24%	5.65%	94.35%
N° 100	0.150	13.43	4.48%	10.13%	89.87%
N° 200	0.074	18.24	6.08%	16.21%	83.79%
Fondo	0.01	251.38	83.79%	100.00%	0.00%

Figura 9. Análisis de Granulometría por medio de tamizado (Muestra 1)



Calicata N° 2 - Muestra N°2

Tabla 6. Análisis de Granulometría por medio Tamizado ASTM D-422

Tamiz		Peso Ret.	% Retenido Par.	% Retenido Acum.	% Pasa
Ø	(mm)				
5"	127				
4"	101.6				
3"	76.2				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1	0.00%	0.00%	0.00%	100%
1"	25.4	0.00%	0.00%	0.00%	100%
3/4"	19.05	0.00%	0.00%	0.00%	100%
1/2"	12.70	0.00%	0.00%	0.00%	100%
3/8"	9.525	0.00%	0.00%	0.00%	100%
1/4"	6.350	38.30	12.77%	12.77%	87.23%
N° 4	4.760	8.35	2.78%	15.55%	84.45%
N° 8	2.380			15.55%	84.45%
N° 10	2.000	1.37	0.46%	16.01%	83.99%
N° 16	1.190			16.01%	83.99%
N° 20	1.900	2.04	0.68%	16.69%	83.31%
N° 30	0.590			16.69%	83.31%
N° 40	0.420	3.26	1.09%	17.77%	82.23%
N° 50	0.297			17.77%	82.23%
N° 50	0.300	4.28	1.43%	19.20%	80.80%
N° 80	0.177			19.20%	80.80%
N° 100	0.150	28.30	9.43%	28.63%	71.37%
N° 200	0.074	19.26	6.42%	35.05%	64.95%
Fondo	0.01	194.84	64.95%	100.00%	0.00%
PESO INICIAL		300.00			

Figura 10. Análisis Granulométrico tamizado (Muestra 2)

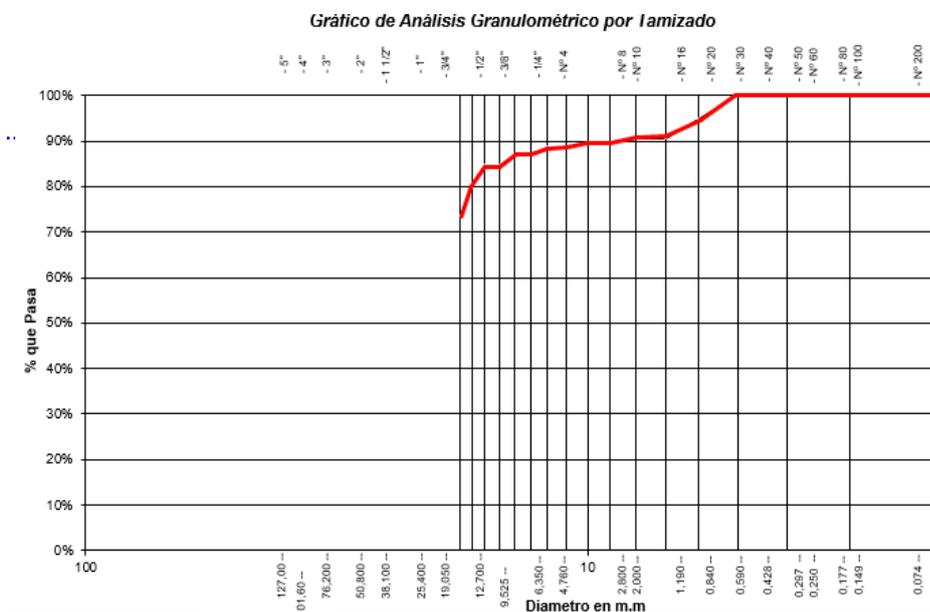


Calicata N° 3 - Muestra N°3

Tabla 7. Análisis de Granulometría por Tamizado ASTM D-422

Tamiz		Peso Retenido	%Parcial Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Ø	(mm)				
5"	127				
4"	101				
3"	76.2				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1	0.00%	0.00%	0.00%	100%
1"	25.4	0.00%	0.00%	0.00%	100%
3/4"	19.05	0.00%	0.00%	0.00%	100%
1/2"	12.70	0.00%	0.00%	0.00%	100%
3/8"	9.525	0.00%	0.00%	0.00%	100%
1/4"	6.350	15.35	5.12%	5.12%	94.88%
N° 4	4.760	12.87	4.29%	9.41%	90.59%
N° 8	2.380			9.41%	90.59%
N° 10	2.000	3.00	1.00%	10.41%	89.59%
N° 16	1.190			10.41%	89.59%
N° 20	1.900	2.72	0.91%	11.31%	88.69%
N° 30	0.590			11.31%	88.69%
N° 40	0.420	5.35	1.78%	13.10%	86.90%
N° 50	0.297			13.10%	86.90%
N° 50	0.300	6.62	2.21%	15.30%	84.70%
N° 80	0.177			15.30%	84.70%
N° 100	0.150	12.78	4.26%	19.56%	80.44%
N° 200	0.074	20.72	6.91%	26.47%	73.53%
Fondo	0.01	220.59	73.53%	100.00%	0.00%
PESO INICIAL		300.00			

Figura 11. Análisis de Granulometría por medio de tamizado (Muestra 3)



Calicata N°4 - Muestra N°4

Tabla 8. Análisis granulométrica por Tamizado

Tamiz		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Ø	(mm)				
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10	0.00%	0.00%	0.00%	100
1"	25.40	0.00%	0.00%	0.00%	100
3/4"	19.050	0.00%	0.00%	0.00%	100
1/2"	12.700	0.00%	0.00%	0.00%	100
3/8"	9.525	0.00%	0.00%	0.00%	100
1/4"	6.350	0.00%	0.00%	0.00%	100
N°4	4.760	1.87	0.62%	0.62%	99.38%
N°8	2.380			0.62%	99.38%
N° 10	2.000	1.24	0.41%	1.04%	98.96%
N° 16	1.190			1.04%	98.96%
N° 20	1.900	1.35	0.45%	1.49%	98.51%
N° 30	0.590			1.49%	98.51%
N° 40	0.420	2.50	0.83%	2.32%	97.68%
N° 50	0.297			2.32%	97.68%
N° 50	0.300	3.25	1.08%	3.40%	96.60%
N° 80	0.177			3.40%	96.60%
N° 100	0.150	34.25	11.42%	14.82%	85.18%
N° 200	0.074	30.78	10.26%	25.08%	74.92%
Fondo	0.01	224.76	74.92%	100.00%	0.00%
PESO INICIAL		300.00			

Figura 12. Análisis Granulométrico tamizado (Muestra 4)

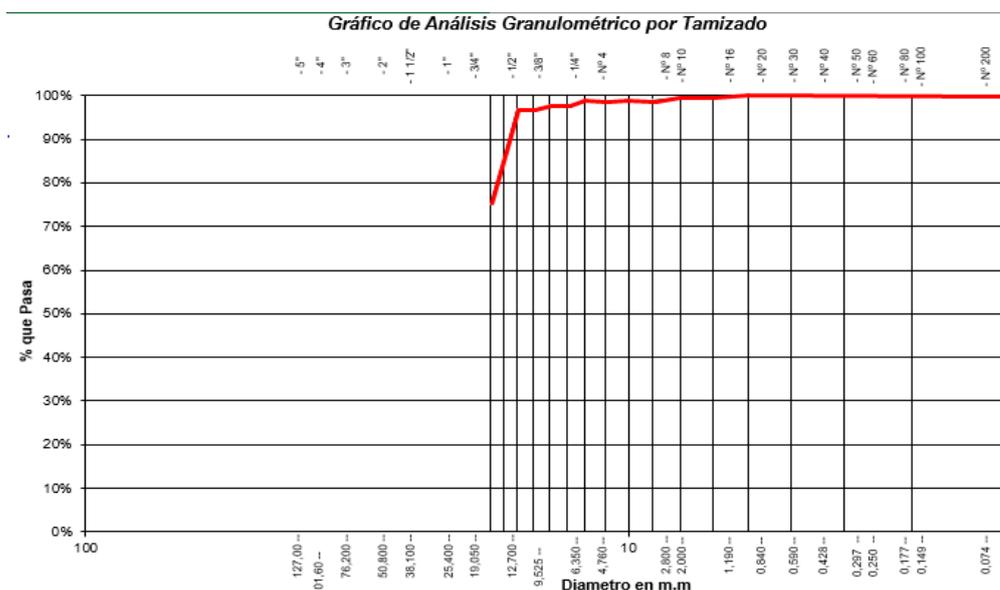


Tabla 9. Distribución Granulométrico

Muestra	Grava (%)	Arena (%)	Fino (%)
C-1	0.28	17.87	81.85
C-2	15.55	21.59	62.86
C-3	9.41	19.21	71.38
C-4	0.62	25.92	73.64

En cuanto a la categorización del suelo según el sistema SUCS ASTM D-2487, se clasifica como CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad).



Figura 13 . Tamiz para la Granulometría

## Límites de Consistencia o Límites de Atterberg

Calicata N°1 - Muestra N°1 – Limite de consistencia

Limite Liquido: ASTM-D-4318

RECIPIENTE	1	2	3
PESO RECIPIENTE grs	23.24	23.20	23.40
PESADO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	38.42	38.40	38.57
PESADO DEL SUELO SECO + LATA grs	34.38	34.40	34.50
PESADO DEL AGUA grs	4.04	4.00	4.07
PESADO DEL SUELO SECO grs	11.14	11.20	11.10
% DE HUMEDAD	36.27	35.71	36.67
% PROMEDIO	25	20	30

Tabla 10. Limite Liquido (Muestra 1)

Limite Plástico: ASTM-D-4318

RECIPIENTE	1	2	3
PESADO RECIPIENTE grs	22.84	22.70	22.00
PESADO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	27.25	28.00	29.00
PESADO DEL SUELO SECO + LATA grs	26.53	27.00	28.00
PESADO DEL AGUA grs	0.72	1.00	1.00
PESADO DEL SUELO SECO grs	3.69	4.30	6.00
% DE HUMEDAD	19.51	23.26	16.67
% PROMEDIO	19.81		

Tabla 11. Limite Plástico (Muestra 1)

LL (%)	36.22
LP (%)	19.81
I.Plasticidad (%)	16.40
Categorización SUCS	CL
Categorización, AASHTO	A-6

Calicata N°2 - Muestra N°2 – Limite de consistencia

Limite Liquido: ASTM-D-4318

RECIPIENTE	1	2	3
PESADO RECIPIENTE grs	23.68	23.20	20.67
PESADO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	38.42	38.42	38.42
PESADO DEL SUELO SECO + LATA grs	34.49	34.40	33.78
PESADO DEL AGUA grs	3.93	4.02	4.64
PESADO DEL SUELO SECO grs	10.81	11.20	13.11
% DE HUMEDAD	36.36	35.89	35.39
NUMERO DE GOLPES	13	21	38

Tabla 12. . Limite Liquido (Muestra 2)

Limite Plástico: ASTM-D-4318

RECIPIENTE	1	2	3
PESADO DE LATA grs	23.24	22.00	23.15
PESADO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	27.25	28.00	29.30
PESADO DEL SUELO SECO + LATA grs	26.59	27.00	28.28
PESADO DEL AGUA grs	0.66	1.00	1.02
PESADO DEL SUELO SECO grs	3.35	5.00	5.13
% DE HUMEDAD	19.70	20.00	19.88
% PROMEDIO	19.86		

Tabla 13. Limite Plástico (Muestra 2)

Límite Líquido (%)	35.88
LP (%)	19.86
I.P (%)	16.02
Categorización , SUCS	CL
Categorización , AASHTO	A-6

Calicata N°3 - Muestra N°3 – Limite de consistencia

Limite Liquido: ASTM-D-4318

RECIPIENTE	1	2	3
PESADO DE RECIPIENTE grs	21.91	20.85	23.20
PESADO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	37.30	38.29	37.25
PESADO DEL SUELO SECO + LATA grs	33.21	33.74	34
PESADO DEL AGUA grs	4.09	4.55	3.62
PESADO DEL SUELO SECO grs	11.30	12.89	10.43
% DE HUMEDAD	36.19	36	34.71
NUMERO DE GOLPES	13	23	39

Tabla 14. Limite Liquido (Muestra 3)

Limite Plástico: ASTM-D-4318

RECIPIENTE	1	2	3
PESADO DE RECIPIENTE grs	20.67	21.00	21.81
PESADO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	28.54	28.20	27.56
PESADO DEL SUELO SECO + LATA grs	27.23	27.00	26.61
PESADO DEL AGUA grs	1.31	1.20	0.95
PESADO DEL SUELO SECO grs	6.56	6.00	4.80
% DE HUMEDAD	19.97	20.00	19.79
% PROMEDIO	19.92		

Tabla 15. Limite Plástico (Muestra 3)

LL (%)	35.40
Límite P.(%)	19.92
IP (%)	15.48
Categorización SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6

Calicata N°4 - Muestra N°4 – Limite de consistencia

Limite Liquido: ASTM-D-4318

RECIPIENTE	1	2	3
PESADO DE RECIPIENTE grs	23.41	20.85	23.20
PESADO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	41.25	40.25	39.25
PESADO DEL SUELO SECO + LATA grs	37.14	35.83	35.81
PESADO DEL AGUA grs	4.11	4.42	3.44
PESADO DEL SUELO SECO grs	13.73	14.98	12.61
% DE HUMEDAD	29.98	29.53	29.32
NUMERO DE GOLPES	13	22	39

Tabla 16. Limite Liquido (Muestra 4)

Limite Plástico: ASTM-D-4318

RECIPIENTE	1	2	3
PESADO DE RECIPIENTE grs	21.68	21.00	21.64
PESADO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	28.52	28.00	27.02
PESADO DEL SUELO SECO + LATA grs	27.35	26.80	26.09
PESADO DEL AGUA grs	1.17	1.20	0.93
PESADO DEL SUELO SECO grs	5.67	5.80	4.45
% DE HUMEDAD	20.63	20.69	20.90
% PROMEDIO	20.74		

Tabla 17. Limite Plástico (Muestra 4)

L.L (%)	29.61
L.Plástico (%)	20.74
I. Plasticidad (%)	8.87
Categorización, SUCS	CL
Clasificación, AASHTO	A-6

## Ensayo Proctor Modificado

Calicata N°1 – Proctor modificado

Contenido de Humedad

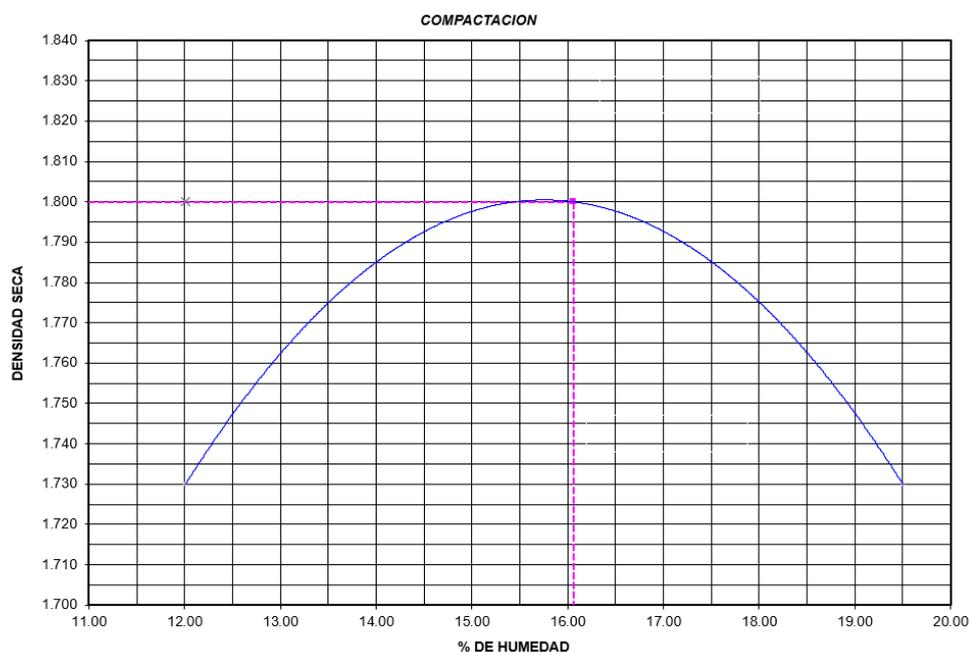
MUESTRA	1	2	3	4
PESADO DEL TARRO (grs)	21.77	21.83	22.13	21.81
PESADO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	66.73	65.64	68.62	71.22
PESADO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	61.91	60.09	61.60	63.01
PESADO DEL AGUA (grs)	4.82	5.55	7.02	8.21
PESADO DEL MATERIAL SECO (grs)	40.1	38.3	39.5	41.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	12.01	14.51	17.79	19.93
% PROMEDIO	16.06			

Tabla 18. . Contenido de Humedad (C-1)

Determinación de la densidad

RECIPIENTE	1	2	3	4
CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.01	14.51	17.79	19.93
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6715	7013	7246	7140
PESO DEL MOLDE (grs)	2620	2620	2620	2620
PESO DEL SUELO (grs)	4095	4393	4626	4520
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.911	2.050	2.159	2.109
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	<b>1.73</b>	<b>1.81</b>	<b>1.87</b>	<b>1.79</b>

Tabla 19. Humedad Optima (C-1)



Densidad Máx (grs/cm3)	1.80
Humedad Opt (%)	16.06

## Calicata N°4 - Relación Densidad - Humedad (Proctor Modificado) ASTM D-1557

### Contenido de Humedad determinación

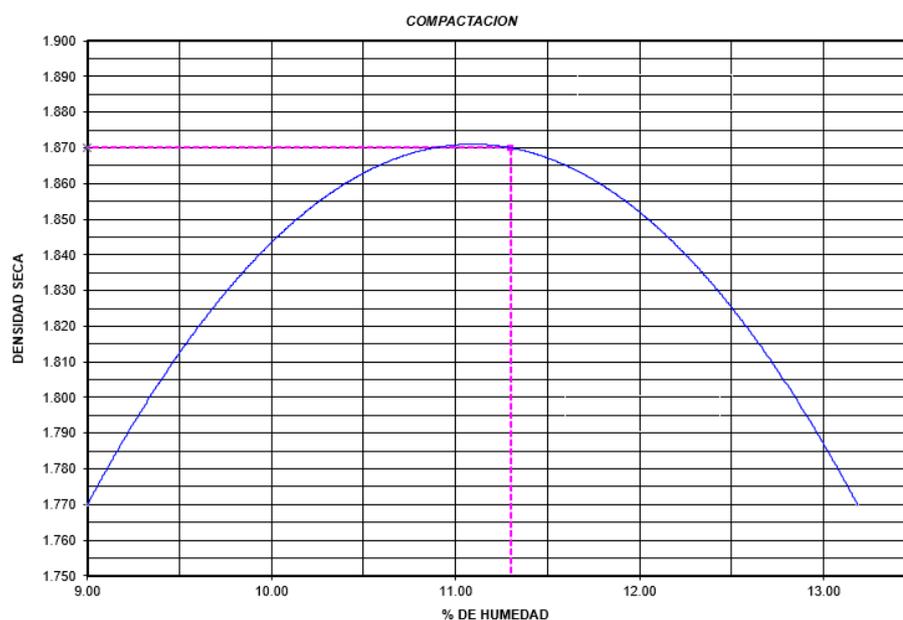
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
PESADO DEL TARRO (grs)	21.18	21.08	22.13	21.81
PESADO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	60.49	59.25	64.55	66.15
PESADO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	57.64	56.00	59.74	60.27
PESADO DEL AGUA (grs)	2.85	3.25	4.81	5.88
PESADO DEL MATERIAL SECO (grs)	36.5	34.9	37.6	38.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	7.82	9.31	12.79	15.29
% PROMEDIO	11.30			

Tabla 20. Contenido de Humedad (C-4)

### Determinación de la densidad

MUESTRA N°	1	2	3	4
CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.82	9.31	12.79	15.29
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6973	7281	7486	7404
PESO DEL MOLDE (grs)	2750	2750	2750	2750
PESO DEL SUELO (grs)	4223	4531	4736	4654
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.940	2.081	2.175	2.138
DENSIDAD SECA (grs/cm <sup>3</sup> )	<b>1.80</b>	<b>1.90</b>	<b>1.93</b>	<b>1.85</b>

Tabla 21. Contenido de Humedad (C-4)



Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )	1.87
Humedad Opt. (%)	11.30

## Ensayo CBR – Suelo Natural

Calicata N°1 - Valor Soporte Relativo (CBR) ASTM-D1883

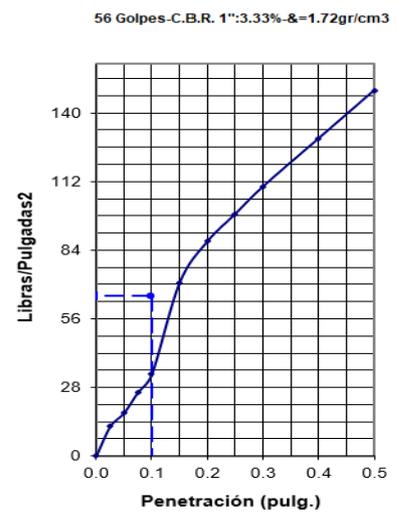
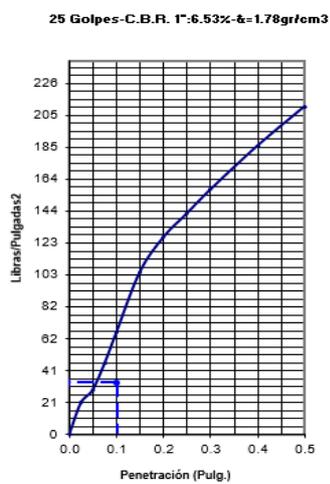
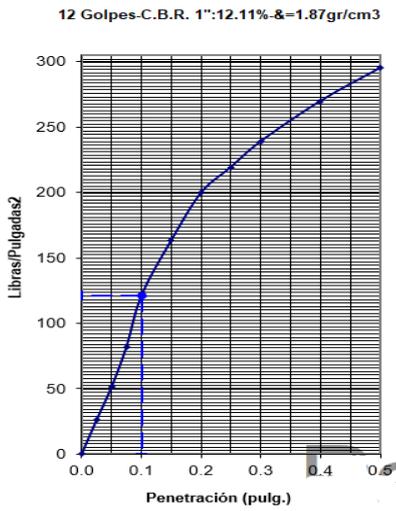
GOLPES N#	W. % (Humedad)	&.gr./cm3 (Densidad Seca)	HINCH. % (Expansión)	COMPA. %	CBR -1"	C.B.R.	C.B.R.
12	16.97	1.87	3.42	104	12.11	95%	100%
25	17.37	1.78	2.53	99	3.33	3.33	6.53
56	17.07	1.72	2.47	95	6.53		

**Tabla 22.** Resultado CBR (C-1)

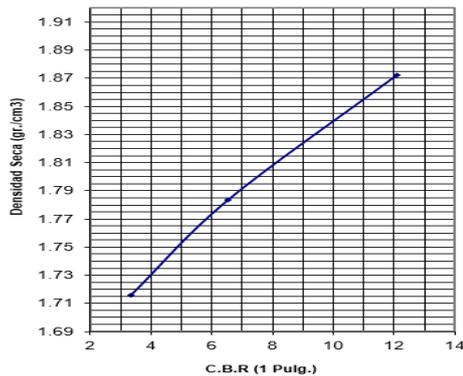
12 golpes

25 golpes

56 golpes



### Determinación CBR



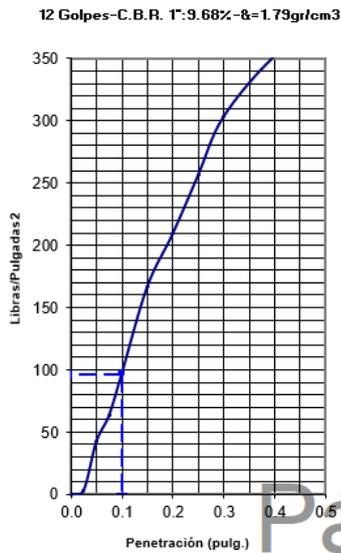
CBR al 95%	3.33
CBR al 100%	6.53

## Calicata N°4 - Valor Soporte Relativo (CBR) ASTM-D1883

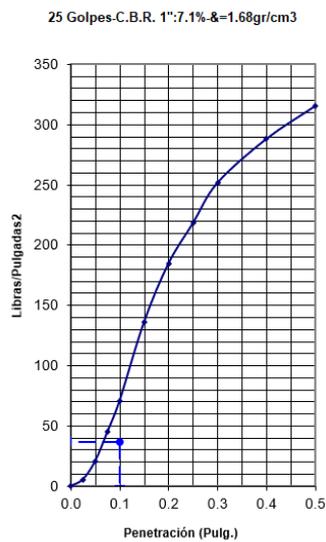
GOLPES	W. % (Humedad)	&.gr./cm3 (Densidad Seca)	HINCH. % (Expansión)	COMP. %	CBR-1"	C.B.R.	C.B.R.
12	15.66	1.79	1.00	94	9.68	95%	100%
25	15.34	1.68	0.84	88	3.72	3.72%	7.10
56	15.37	1.57	0.73	83	7.10		

**Tabla 23.** Resultado CBR (C-1)

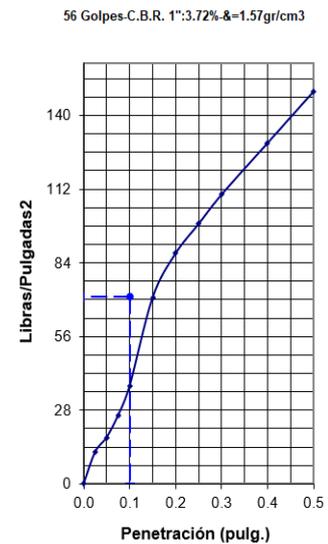
12 golpes



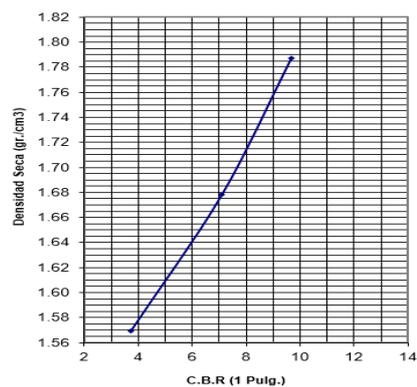
25 golpes



56 golpes



Determinación CBR



CBR 95%	3.72
CBR 100%	7.10

## Resultados Suelo Natural – Ensayo Proctor

Muestra	Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )	Humedad Optima %	C.B.R.	C.B.R.
			95%	100%
C-1	1.80	16.06	3.33	6.53
C-2	1.83	15.50	3.96	7.60
C-3	1.65	17.80	4.30	7.85
C-4	1.87	11.30	3.72	7.10

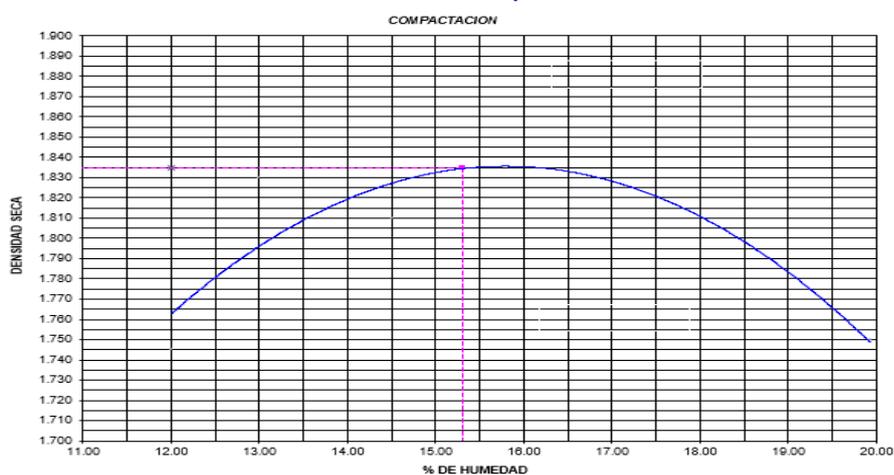
Tabla 24. Resultados Suelo Natural (Ensayo Proctor)

Se va realizar la mejora con el uso de los 2 Geosintéticos en el Peor CBR que viene a ser la muestra C-1 :

## Ensayo Proctor Suelo Natural con Geotextil

Proctor Modificado	Densidad Máx.(grs/cm <sup>3</sup> )	Humedad Opt. %
C-1 + GEOTEXTIL	1.62	19.30

Tabla 25. Resultado Ensayo Proctor Suelo Natural con Geotextil



## Ensayo CBR Suelo Natural con Geotextil

CBR	C.B.R.	C.B.R.
	95%	100%
C-1 + GEOTEXTIL	8.98	15.6

Tabla 26. Resultado CBR Suelo Natural con Geotextil

## Ensayo Proctor Suelo Natural con Geomalla

Proctor Modificado	Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )	Humedad Optima %
C-1 + GEOMALLA	1.94	15.20

Tabla 27. Resultado Proctor Suelo Natural con Geomalla

## Ensayo CBR Suelo Natural con Geomalla

CBR	C.B.R.	C.B.R.
	95%	100%
C-1 + GEOMALLA	14.6	22.9

Tabla 28. Resultado CBR Suelo Natural con Geomalla



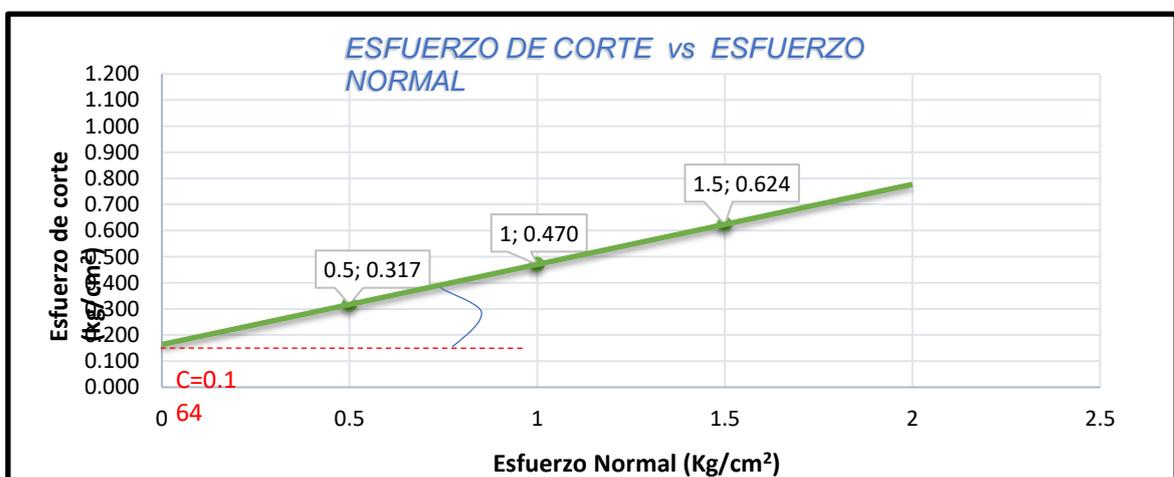
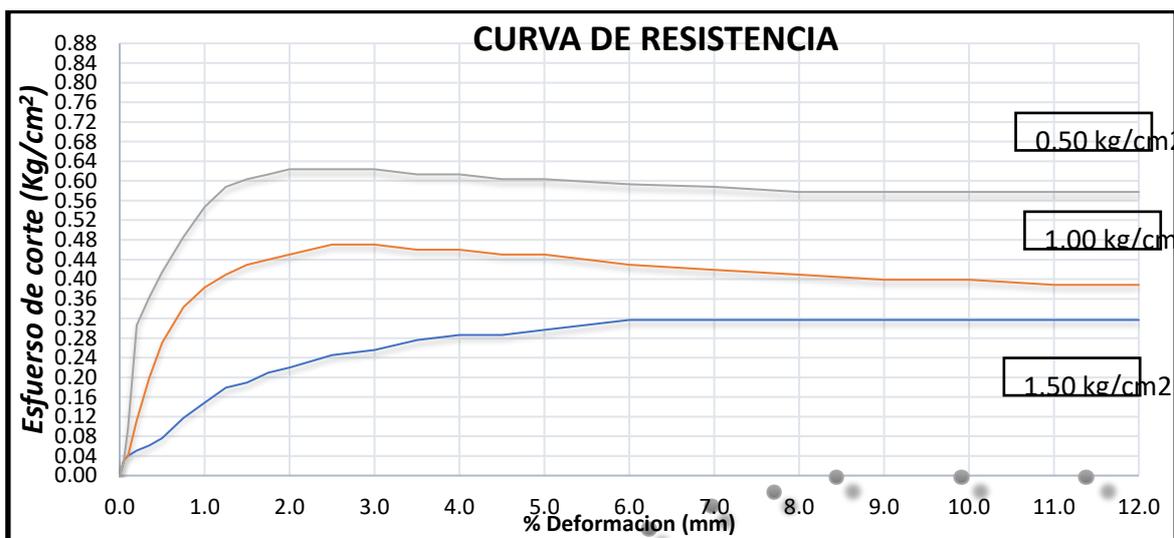
Figura 14. Aplicación Geosintético para el CBR

## Ensayo de Corte Directo

Es un método usado para evaluar las propiedades de resistencia de materiales frente a cargas combinadas, donde se aplica una fuerza de corte a lo largo de una superficie horizontal específica

## Ensayo de Corte Directo Suelo Natural

Se realiza 3 ensayos con Esfuerzo Normal de 0.5 , 1 y 1.5 kg/cm<sup>2</sup> .



E-Normal	E-Corte
0.5	0.317
1.0	0.470
1.5	0.624

Tabla 29. Valores Esfuerzo Normal vs Esfuerzo Cortante con suelo Natural

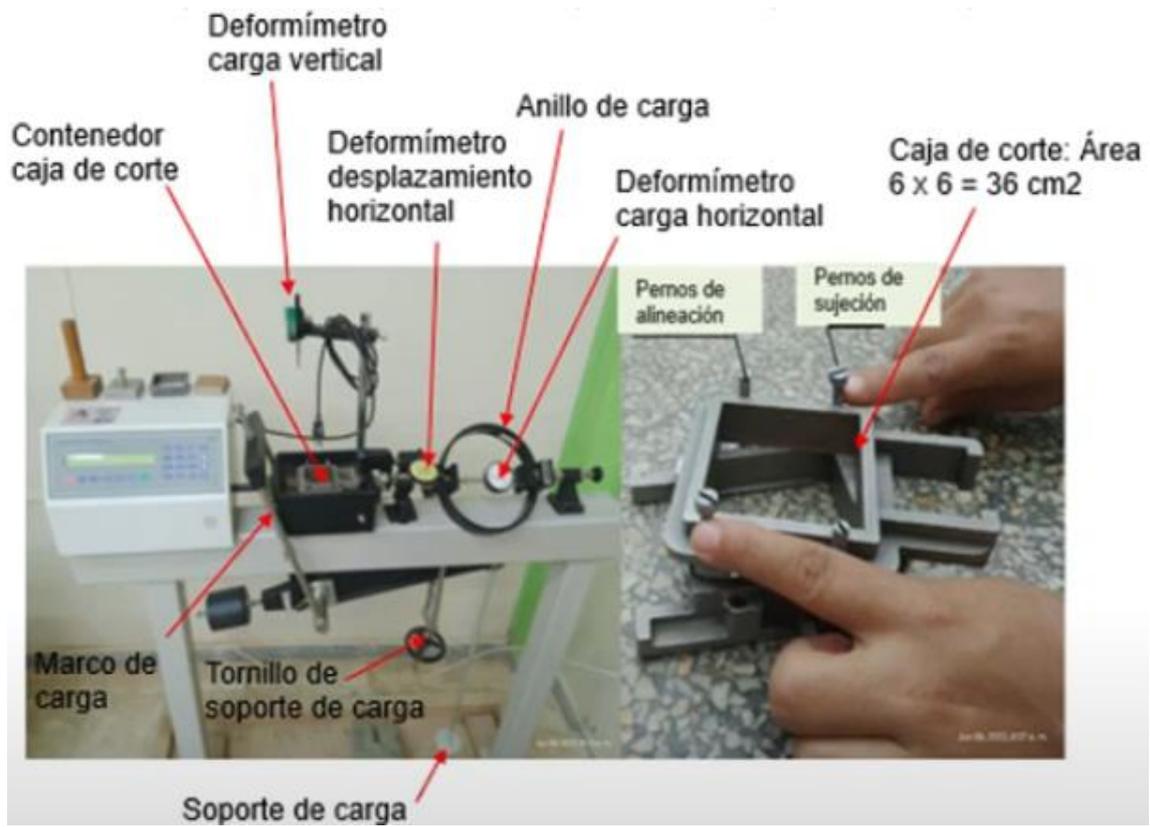
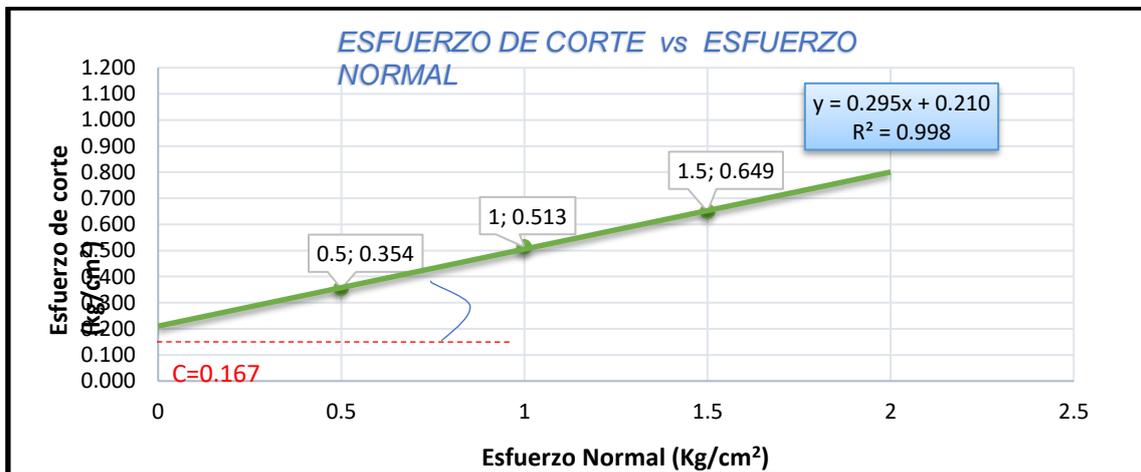
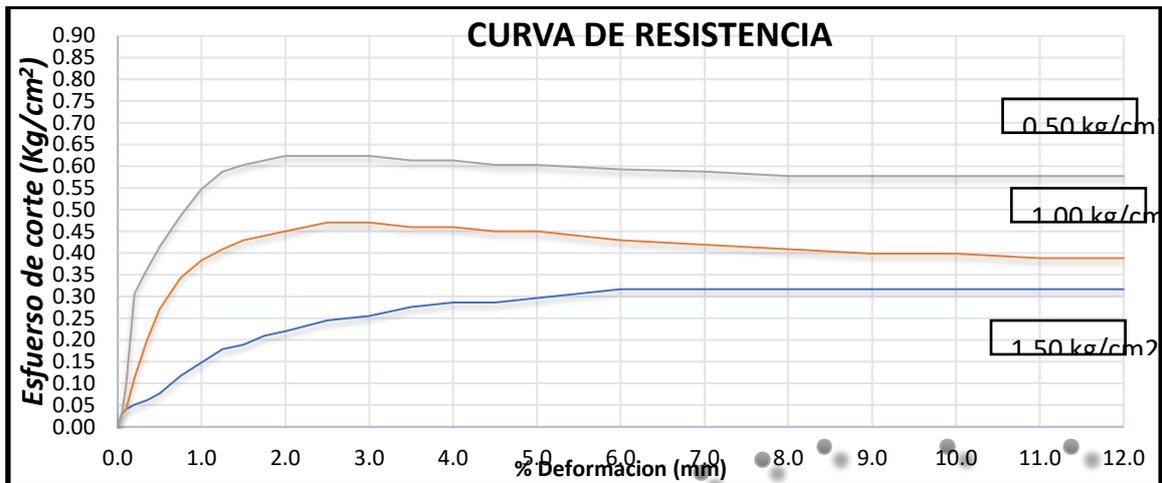


Figura 15. Corte Directo en la muestra

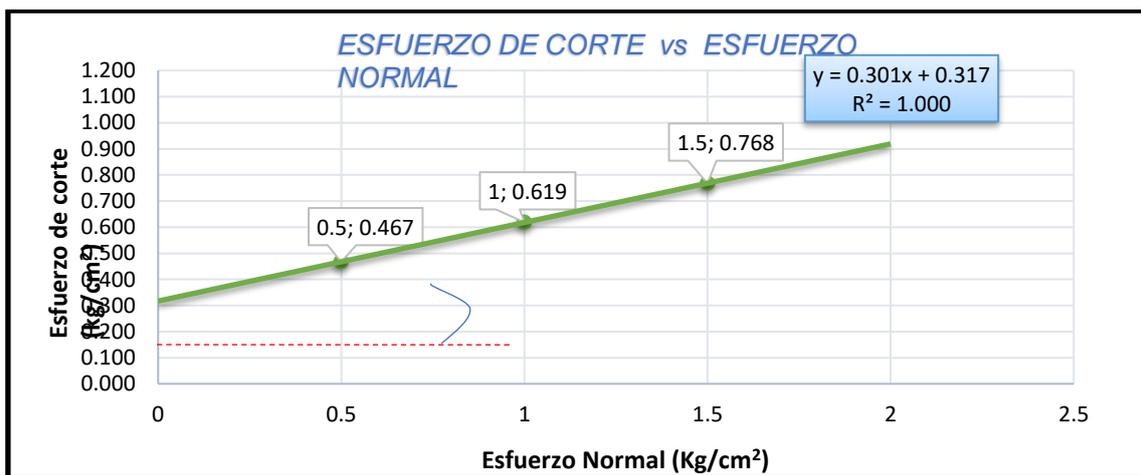
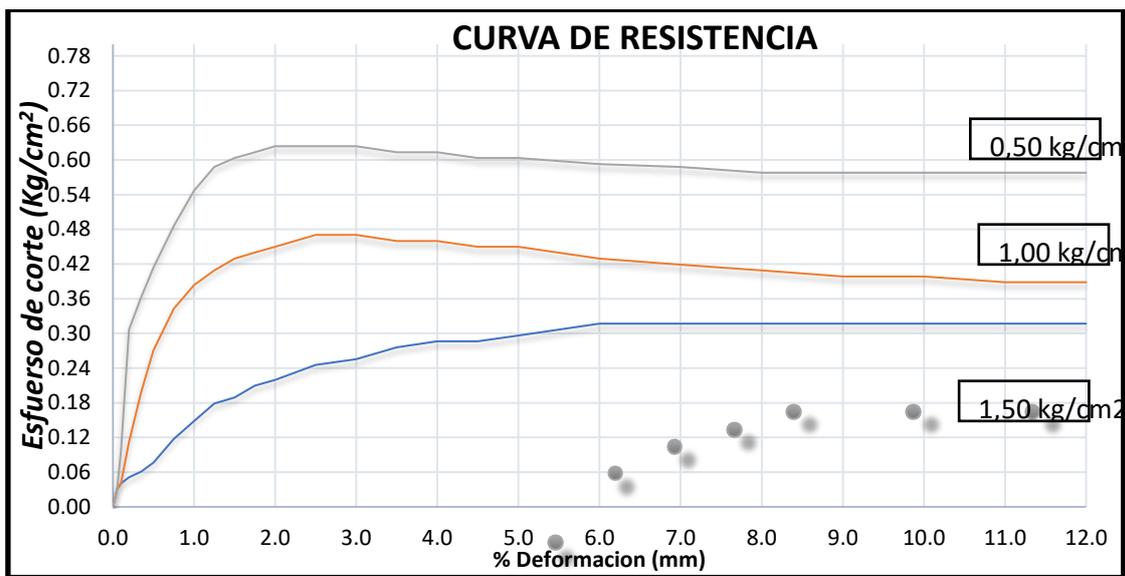
## Ensayo de Corte Directo con Geotextil



E-Normal	E-Corte
0.5	0.354
1.0	0.513
1.5	0.649

Tabla 30. Valores Esfuerzo Normal vs Esfuerzo Cortante con Geotextil

## Ensayo de Corte Directo con Geomalla



E-Normal	E-Corte
0.5	0.467
1.0	0.619
1.5	0.768

Tabla 31. Valores Esfuerzo Normal vs Esfuerzo Cortante con Geomalla

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

Hernandez Sampieri (2014), informa que busca los niveles medibles de las variables que se pueden medir mediante estadísticas descriptivas para el análisis posterior de los resultados. En este caso serán 2 Procedimientos de examen de datos del proyecto que son la **estadística descriptivo** por motivo que se procesara los resultados de los ensayos mediante cuadros , tablas , etc. Y la **estadística inferencial** utilizada para poner a prueba las hipótesis.

### **3.7 Aspectos éticos**

Se respetará la veracidad y confiabilidad en la investigación con los resultados realizados, así mismo se vela por los derechos de autor mencionados para las teorías empleadas en el estudio y además se empleará un filtro a través de TURNITIN para asegurar que exista coherencia con otros trabajos de investigación.

## IV.RESULTADOS

### 4.1 Resultados de Resistencia al Corte

Se ha realizado el ensayo con la muestra que tiene Peor CBR que viene a ser la calicata N°1 (C-1):

Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de Corte Natural (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de Corte Geotextil (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de Corte Geomalla (kg/cm <sup>2</sup> )
0.5	0.317	0.354	0.467
1	0.470	0.513	0.619
1.5	0.624	0.649	0.768

Tabla 32. Resultado Resistencia al corte

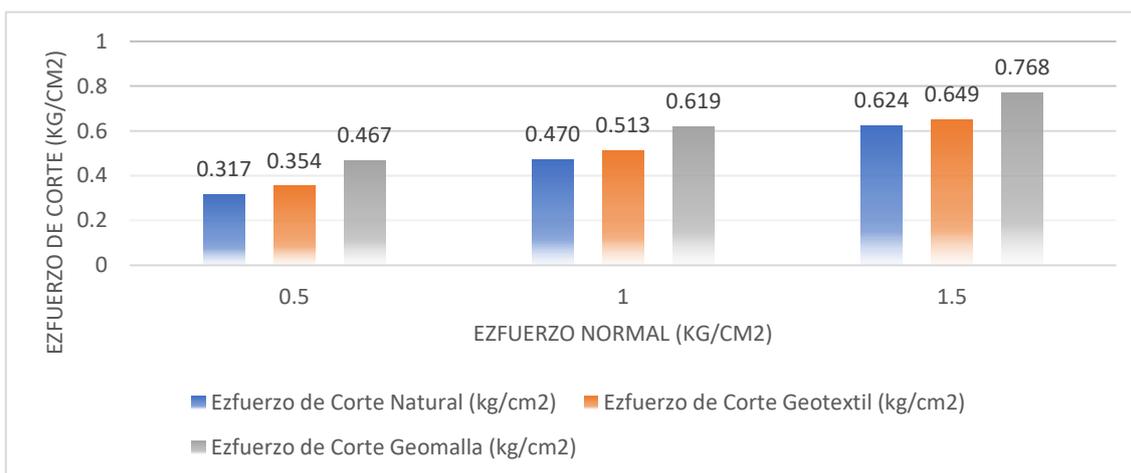


Gráfico 1 .Ezfuerzo de corte con Geosinteticos

Interpretacion : Se lleva a cabo la prueba de corte directo para determinar la capacidad portante del suelo natural con la peor muestra de CBR siendo la muestra C-1 . Al aplicar la geomalla presenta una mejora con una diferencia de aumento de 0.15 kg/cm<sup>2</sup> y 0.037 kg/cm<sup>2</sup> con poco incremento al incorporar el geotextil como muestra el Grafico 1 y la Tabla 32. De este modo se puede demostrar que en ambos casos mejoran la capacidad portante del suelo, con mayor comportamiento con las geomallas biaxiales .

## Estadística Inferencial- Prueba de la Normalidad

Para realizar la validación de Hipótesis se empleó la prueba de normalidad (**Test de Shapiro-wilk**) debido ya que las muestras realizadas en este trabajo son menores a 50 muestras, esta prueba nos ayudara a determinar si se trata de una distribución normal o no normal.

-La Hipótesis nula ( $H_0$ ) es aceptada, cuando el valor  $P > 0.05$  donde significa la muestra sigue una distribución normal.

-La Hipótesis alterna ( $H_a$ ) es aceptada cuando el valor  $P < 0.05$  donde significa una distribución no normal.

Tabla 33. Prueba de Normalidad

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Corte Natural	.175	3	.	1.000	3	.996
Corte Geotextil	.187	3	.	.998	3	.914
Corte Geomalla	.175	3	.	1.000	3	.989

Fuente: Elaboración Propia con Licencia gratuita de SPSS

Se cumple que es una distribución normal porque el valor de P valor es  $>$  a 0.05 en todos los resultados, por tal razón para validar la hipótesis se realizara mediante la prueba paramétrica.

### Analisis de Varianza

Dado que los datos siguen una distribución normal, se emplea la estadística paramétrica. Se utilizó el método ANOVA para llevar a cabo el análisis de varianza, comparando las variabilidades entre las medias de distintos grupos. Este procedimiento permite determinar si dos o más de estos grupos son equivalentes, similares o parecidos.

**Hipótesis Nula ( $H_0$ )** : La aplicación de Geosintéticos no influirá significativamente en la resistencia al corte. Donde  $P \geq 0.05$  se acepta la hipótesis nula.

**Hipótesis Alterna ( $H_a$ )** : La aplicación de Geosintéticos influirá significativamente en la resistencia al corte. Donde  $P < 0.05$  se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 34. Análisis de Varianza para la resistencia al corte

<b>ANOVA</b>					
Resultados					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.036	2	.018	.788	.047
Dentro de grupos	.136	6	.023		
Total	.172	8			

En la Tabla de prueba ANOVA el valor de significancia del valor  $P < 0.05$  por consecuencia se respalda la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula., lo cual establece que la aplicación de Geosintéticos influye significativamente en la resistencia al corte , para poder saber cual tiene mayor influencia se emplea la prueba de TUKEY.

### Prueba de Tukey

Tabla 35. Comparacion Prueba Tukey

<b>Comparaciones múltiples</b>							
Variable dependiente: Resultados							
	(I) Aplicación	(J) Prueba	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	C.NAT	P 2	-.035000	.122940	.0957	-.41221	.34221
	URAL	P 3	-.147667	.122940	.0495	-.52488	.22955
	C.GEO	P 1	.035000	.122940	.0457	-.34221	.41221
	TEXTIL	P 3	-.112667	.122940	.0451	-.48988	.26455
	C.GEO	P1	.147667	.122940	.0495	-.22955	.52488
	MALLA	P 2	.112667	.122940	.0351	-.26455	.48988

### Interpretacion

Se observa en la tabla 36 tras realizar la prueba de TUKEY quedando demostrado que la aplicación de Geo sintéticos influye significativamente en la resistencia al corte.

## 4.2 Resultados CBR

### CBR Suelo Natural

Muestra	C.B.R. al 95 %	C.B.R.al 100%
C-1	3.33	6.53
C-2	3.96	7.6
C-3	4.3	7.85
C-4	3.72	7.1

Tabla 36. Resultado CBR suelo Natural

### CBR Peor Muestra se aplicó Geosintéticos: C-1

CBR	Suelo Natural	Geotextil	Geomalla
95%	3.33	8.98	14.6
100%	6.53	15.6	22.9

Tabla 37. Resultado CBR con Geomalla y Geotextil (C-1)

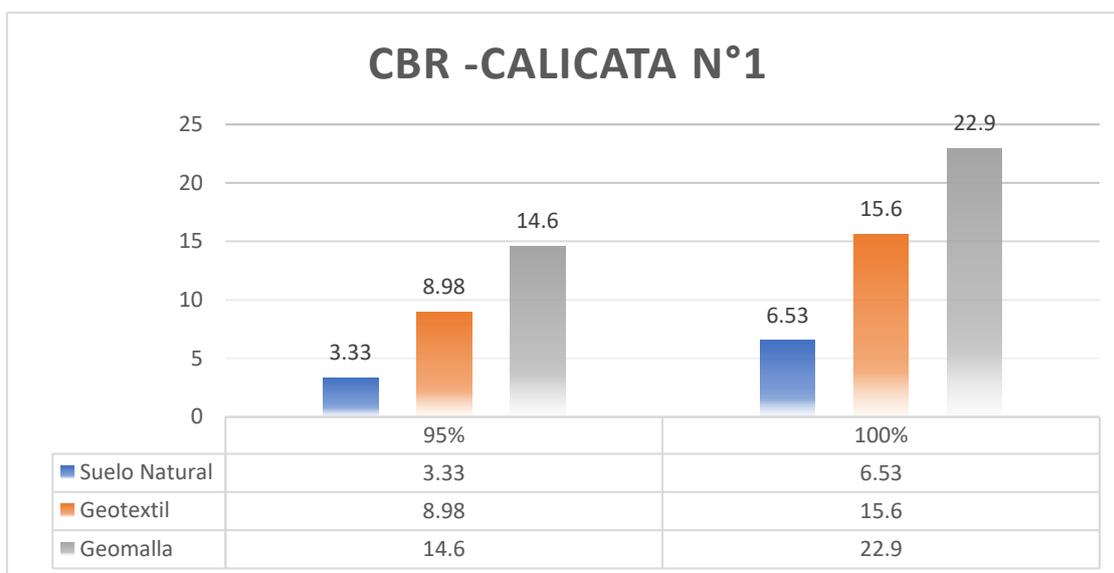


Grafico 2 .CBR con Geosinteticos

**Interpretacion :** Se visualiza los resultados de las 4 muestras de CBR de las calicatas del suelo natural en la cual la aplicación de Geosinteticos se aplicara al CBR de peor muestra siendo la C-1 . Al aplicar la Geomalla presenta una mejora con una diferencia de aumento 19.57 % y 12.27 % con Geotextil referente al suelo natural de 3.33 % como muestra el grafico 2, De este modo se puede demostrar que en ambos casos mejoran el CBR , con mayor mejora empleando las geomallas biaxiales .

### 4.3 Resultados Densidad Máxima del Suelo (g/cm<sup>3</sup>)

Muestra	Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )
C-1	1.80
C-2	1.83
C-3	1.65
C-4	1.87

Tabla 38. Densidad Máxima del Suelo Natural

Densidad Máxima Peor Muestra CBR se aplicó Geosintéticos: C-1

Densidad Máxima	Suelo Natural	Geotextil	Geomalla
MUESTRA C-1	1.8	1.62	1.94

Tabla 39. Densidad máxima con Geosintéticos (C-1)

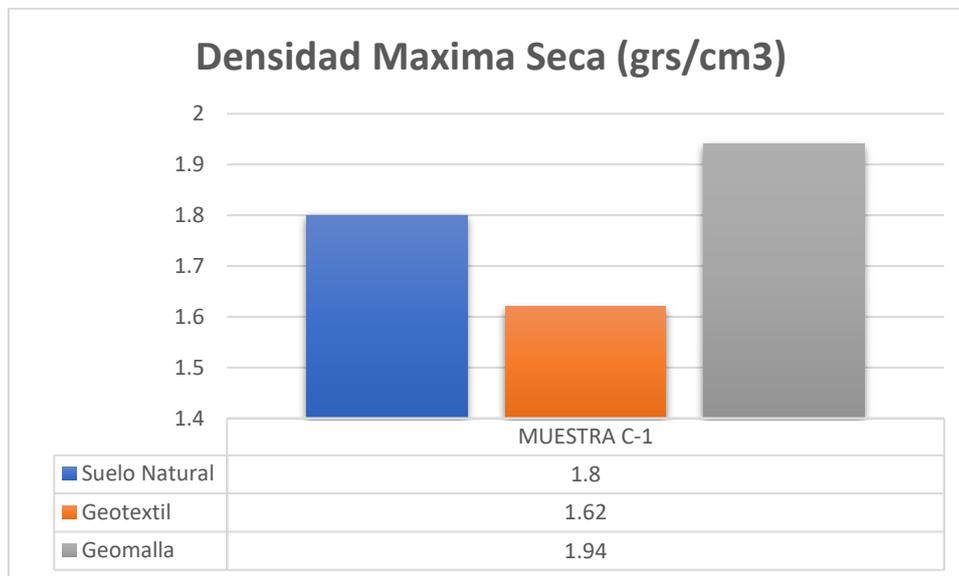


Grafico 3 .Densidad maxima seca con Geosinteticos

Interpretacion : En los resultados obtenidos de las 4 muestras del suelo natural , se trabaja con la peor muestra de CBR siendo el C-1 en la cual se añade la geomalla verificando un incremento con diferencia de 0.14 % y una disminucion de 0.18 con geotextil como muestra el Grafico 3. Con la geomalla se presenta un mejor comportamiento ya facilita la evacuación de la humedad presente en el suelo compactado a diferencia del geotextil .

## Estadística Inferencial-Prueba de la Normalidad

Para realizar la validación de Hipótesis se empleó la prueba de normalidad (**Test de Shapiro-wilk**) debido ya que las muestras realizadas en este trabajo son menores a 50 muestras, esta prueba nos ayudara a determinar si se trata de una distribución normal o no normal.

-La Hipótesis nula ( $H_0$ ) es aceptada, cuando el valor  $P > 0.05$  donde significa la muestra sigue una distribución normal.

-La Hipótesis alterna ( $H_a$ ) es aceptada cuando el valor  $P < 0.05$  donde significa una distribución no normal.

Tabla 40. Prueba de Normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Corte Natural	.175	3	.	1.000	3	.788
Corte Geotextil	.187	3	.	.998	3	.765
Corte Geomalla	.175	3	.	1.000	3	.770

Fuente: Elaboración Propia con Licencia gratuita de SPSS

Se cumple que es una distribución normal porque el valor de P valor es  $>$  a 0.05 en todos los resultados, por tal razón para validar la hipótesis se realizara mediante la prueba paramétrica.

### Analisis de Varianza

Dado que los datos siguen una distribución normal, se emplea la estadística paramétrica. Se utilizó el método ANOVA para llevar a cabo el análisis de varianza, comparando las variabilidades entre las medias de distintos grupos. Este procedimiento permite determinar si dos o más de estos grupos son equivalentes, similares o parecidos.

**Hipótesis Nula ( $H_0$ )** : La aplicación de Geosintéticos no influirá significativamente en la resistencia al corte. Donde  $P \geq 0.05$  se acepta la hipótesis nula.

**Hipótesis Alterna ( $H_a$ )** : La aplicación de Geosintéticos influirá significativamente en la resistencia al corte. Donde  $P < 0.05$  se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 41. Análisis de Varianza para la resistencia al corte

<b>ANOVA</b>					
Resultados					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.036	2	.018	.770	.042
Dentro de grupos	.136	6	.023		
Total	.172	8			

En la Tabla de prueba ANOVA el valor de significancia del valor  $P < 0.05$  por consecuencia se respalda la hipótesis alternativa y se descarta la hipótesis nula., lo cual establece que la aplicación de Geosintéticos influye significativamente en la resistencia al corte , para poder saber cual tiene mayor influencia se emplea la prueba de TUKEY.

### Prueba de Tukey

Tabla 42. Comparacion Prueba Tukey

<b>Comparaciones múltiples</b>							
Variable dependiente: Resultados							
	(I) Aplicación	(J) Prueba	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	C.NAT	P 2	-.035000	.122940	.0957	-.41221	.34221
	URAL	P 3	-.147667	.122940	.0495	-.52488	.22955
	C.GEO	P 1	.035000	.122940	.0457	-.34221	.41221
	TEXTIL	P 3	-.112667	.122940	.0451	-.48988	.26455
	C.GEO	P1	.147667	.122940	.0495	-.22955	.52488
	MALLA	P 2	.112667	.122940	.0351	-.26455	.48988

### Interpretacion

Se observa en la tabla N tras realizar la prueba de TUKEY quedando demostrado que la aplicación de Geo sintéticos influye significativamente en la densidad máxima seca.

#### 4.4 Resultados Humedad Optimo (%)

Muestra	Humedad Optima %
C-1	16.06
C-2	15.5
C-3	17.8
C-4	11.3

Tabla 43. Humedad Optimo Suelo Natural

Humedad Optima Peor Muestra CBR se aplicó Geosintéticos: C-1

Humedad Optimo (%)	Suelo Natural	Geotextil	Geomalla
MUESTRA C-1	16.06	19.3	15.2

Tabla 44. Humedad Optima con Geosintéticos

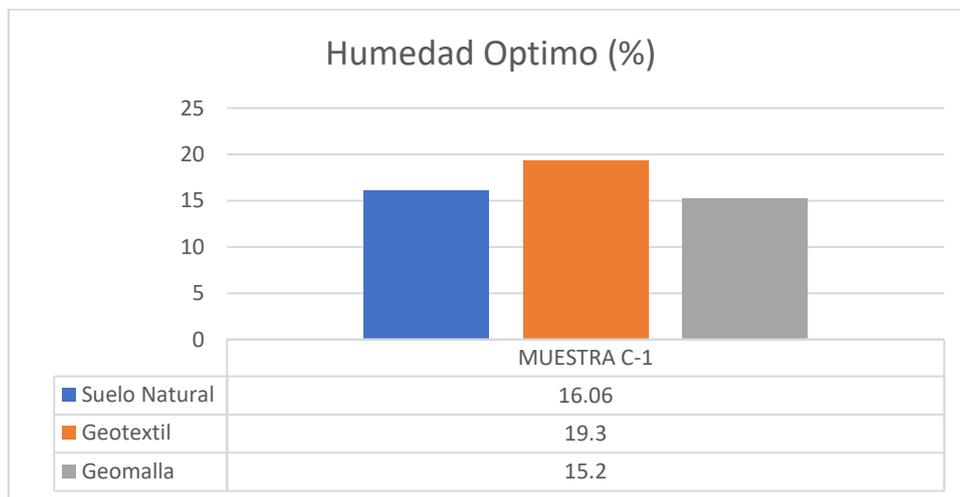


Grafico 4 .Humedad Optimo con Geosinteticos

Interpretacion : En los resultados obtenidos de las 4 muestras del suelo natural , se trabaja con la peor muestra de CBR siendo el C-1 en la cual se añade la geomalla verificando una disminucion con diferencia de 0.86 % y un aumento de 3.24 con geotextil como muestra el Grafico 4 .

#### Estadística Inferencial – CBR

Para este Indicador no aplica la prueba de contratación de Hipotesis ya que estos datos no son numericos .

## V.DISCUSIÓN

### 5.1 Discusión Resistencia al Corte

Según los resultados derivados de las pruebas de resistencia al corte para la presente investigación con adición de geosintéticos donde se pudo mostrar un mayor incremento con una diferencia de 0.15 kg/cm<sup>2</sup> añadiendo la geomalla biaxial y 0.037 kg/cm<sup>2</sup> con geotextil no tejido. Por consiguiente, tanto el geotextil como las geomallas demuestran mejorar la capacidad de carga del suelo en ambos casos.

Las mejoras en la capacidad de carga de la capa inferior del pavimento flexible mediante el empleo de geomallas y geotextiles son comparables a las conclusiones de la investigación de (Gunasekara Jayalath, y otros, 2018) En su estudio, el uso de geomalla triaxial redujo significativamente la transmisión de presión a la subrasante en la interfaz, logrando también un aumento notable en la resistencia al corte, pasando de 0.12 kg/cm<sup>2</sup> a 1.09 kg/cm<sup>2</sup>. De esta manera, el uso de la geomalla distribuyó la carga por toda su extensión, mejorando así la resistencia que la subrasante aporta al pavimento flexible., Los resultados son diferente porque se usan 2 tipos de geosintéticos: Uno que viene hacer la geomalla Biaxial y otro con el Geotextil no tejido.

### 5.2 Discusión Proctor (Densidad máxima y Contenido de Humedad)

Según los resultados derivados de las pruebas se logró mantener la máxima densidad seca casi constante al utilizar Geotextil. Sin embargo, al emplear geomalla, se observó un aumento en la máxima densidad seca, lo que resultó en un contenido de humedad óptimo considerablemente menor. Esta situación favorece la mejora de la compactación al facilitar el drenaje de la humedad del suelo compactado. Estos resultados guardan coincidencia con los resultados de (Sun, y otros, 2015) cuando aplica la geomalla logra disminuir hasta un 20.15 % de 22.35 %

Densidad Máxima	Suelo Natural	Geotextil	Geomalla
MUESTRA C-1	1.8	1.62	1.94

Humedad Optimo (%)	Suelo Natural	Geotextil	Geomalla
MUESTRA C-1	16.06%	19.3%	15.2%

### 5.3 Discusión CBR

Según los resultados derivados de las pruebas de CBR para la presente investigación con adición de geosintéticos donde se pudo mostrar un mayor incremento con una diferencia de 19.57 % añadiendo la geomalla biaxial a y 12.27 % con geotextil no tejido .Estos hallazgos están en línea con el estudio de (Anyaipoma Aranda, 2019) el cual indicó que el índice de CBR aumenta con el refuerzo, alcanzando su punto máximo cuando la geomalla triaxial se sitúa entre el 72% y el 76% de la profundidad total de la muestra. En ese punto, se registró un CBR del 63.25%, en contraste con el valor inicial de 21.32% antes de la aplicación de la geomalla con una diferencia de incremento de 41.93 %. Los resultados de aumento de CBR no son similares porque no se ubicaron en la misma profundidad de muestra y el diferente tipo de geomalla .

## VI.CONCLUSIONES

- En el estudio, se examinó la incorporación de Geosintéticos influye positivamente, dado que incrementó la resistencia con Geotextil no tejido  $0.513 \text{ kg/cm}^2$  y Geomalla biaxial  $0.619 \text{ kg/cm}^2$  respecto a un esfuerzo de corte natural de  $0.470 \text{ kg/cm}^2$ . Respecto a la aplicación de geosintéticos según indica la tabla 40 y en el Grafico 1 se determinó que la mejor aplicación es la Geomalla Biaxial. Estos resultados se confirma con la contracción de hipótesis que indica la adición de Geosintéticos influye, aceptando la Hipótesis  $H_0$  que indica que al agregar Geomalla biaxial influye en la resistencia al corte, dado que el P valor es menor a  $0.05$ .
- En el trabajo de investigación se identificó que la adición de Geosintéticos influye positivamente dado que Los experimentos de laboratorio evidenciaron un incremento en el índice de CBR de la subrasante al introducir el empleo de Geosintético, el CBR aumento a  $15.6 \%$  con Geotextil no tejido y  $22.9\%$  con geomalla biaxial respectivamente, estando inicialmente antes de aplicar los Geo sintéticos en un CBR de  $3.33\%$  con suelo natural. Para este Indicador no aplica la prueba de contratacion de Hipotesis ya que estos datos no son numericos. Finalmente se determino que la Geomalla presenta un mejor comportamiento con respecto al CBR.
- En el estudio, se ha determinado que la incorporación de geosintéticos influye significativamente, dado que disminuyó la densidad máxima con geotextil  $1.62 \text{ grs/cm}^3$  y aumento con Geomalla  $1.94 \text{ grs/cm}^3$  respecto a un a una densidad natural de  $1.8 \text{ grs/cm}^3$ . Esto se confirma con la contracción de hipótesis que indica la adición de Geosintéticos influye en la resistencia al corte, aceptando la Hipótesis  $H_0$  obteniendo el valor significancia  $p > 0.05$ .

- En el trabajo de investigación se evaluó que la adición de Geosintéticos influye positivamente, dado que incrementó la humedad óptima con geotextil 19.3 % y geomalla 15.2 % respecto a la humedad óptima natural de 16.06 % . Para este Indicador no aplica la prueba de contratación de Hipotesis ya que estos datos no son numéricos .
- Finalmente, se determinó que la utilización de Geosintéticos influye positivamente mejorando el comportamiento mecánico y físico de la subrasante, de este modo se puede demostrar que en ambos casos mejoran la capacidad del suelo recomendando la utilización de las Geomallas Biaxiales para suelo arcillosos de baja plasticidad.

## VII.RECOMENDACIONES

- Explorar la investigación usando distintos geosintéticos para llevar a cabo estudios que estos pueden dar mejoras tanto para la resistencia al corte , estos geosintéticos usados son materiales económicos y con una larga vida útil.
- Es aconsejable realizar más pruebas CBR y unir la capa de refuerzo con otros geosintéticos para potenciar la capacidad de carga.
- Es importante considerar varios aspectos: el índice CBR de la capa inferior del suelo analizado, el nivel de tráfico, así como el tipo de pavimento, respetando las normativas que guían el diseño de pavimentos flexibles, para determinar qué tipo de Geosintético se va aplicar, para el caso del suelo de Arcilla de baja plasticidad con un CBR < 6% las geomallas son las más apropiados, mientras que las Geotextiles no solamente refuerzan y estabilizan el pavimento sino que presenta menos resistencia para capacidad de soporte .
- Adicionalmente se considera que la utilización de geotextil debería limitarse a la función de separación y/o drenaje en la interfaz entre la base granular y la subrasante, ya que impediría la migración del material fino de la subrasante hacia el material de la base granular.

## REFERENCIAS

**Alva Hurtado, Jorge. 2014.** Ensayos de resistencia cortante. [En línea] 2014.

[https://www.jorgealvahurtado.com/files/Ensayos\\_Resistencia\\_Cortante.pdf](https://www.jorgealvahurtado.com/files/Ensayos_Resistencia_Cortante.pdf).

**Alvarez Ramon, Jose. 2014.** Grupo Armando Alvarez. [En línea] 2014. [Citado el: 09 de 10 de 2023.]

<https://armandoalvarez.com/soluciones/geosinteticos/geotextiles/#:~:text=El%20geotextil%20por%20definici%C3%B3n%20es,permeable%20y%20de%20gran%20deformabilidad..>

**Ambientales, Soluciones. 1994.** Geosai. [En línea] 1994.

<https://geosai.com/es/geosinteticos/#:~:text=Los%20geosint%C3%A9ticos%20son%20materiales%2C%20principalmente,suelo%20con%20el%20que%20interact%C3%BAan..>

**Anselmo Nuñez, Condori. 2018.** *Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de Geosintéticos*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno : 2018.

**Anyaipoma Aranda, Mirkareny Mitzabeth. 2019.** *Geomalla como reforzamiento en la reducción del espesor y mejoramiento de la resistencia de pavimentos flexibles, en el Km. 24 Puente Capelo-Chanchamayo, 2019*. Universidad Cesar Vallejo, Junin : 2019.

**Arias Gonzales, Jose. 2020.** *Técnicas e instrumentos de investigación científica*. 2020.

**ARIAS, Fidias. 1999.** *Metodología de la Investigación*. Caracas : Oriál Edificaciones, 1999.

**ASTM, Norma. 2015.** *Geosintéticos*.

**ASTMD. 2013.** *Determinación de propiedades últimas a tracción en geomallas según normativa ASTM*. 2013. Vol. 9.

**Atul, Soni y Deepak, Varshney. 2021.** Enhancing the California Bearing Ratio (CBR) Value of Clayey-Sand Type of Soil in Mathura Region. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. [En línea] 2021. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1116/1/012031>.

**Borja Suarez, Manuel. 2016.** *Metodología de Investigación Científica para ingeniería Civil*. Chiclayo : s.n., 2016.

**Bouacha, Nadjjet. 2017.** Comparison of Geotextile-Reinforced and Geogrid-Reinforced Flexible Pavements by Numerical Analyses. *Advances in Reinforced Soil Structures*. [En línea] 07 de 2017. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-63570-5\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-63570-5_6). 55-69.

**Calvarano, Lidia Sarah. 2017.** Finite Element Modelling of Unpaved Road Reinforced with Geosynthetics. 2017, Vol. 189, págs. 99-104.

**Cardenas Chavez, Carlos Santiago y Arias Mateus, Oscar David. 2019.** *Evaluación de la resistencia obtenida mediante un ensayo de flexión bajo carga monótonica en especímenes de mezcla asfáltica reforzada con geomallas*. Universidad Católica de Colombia, Bogota, Colombia : 2019.

**Carrillo Flores, Ana Lilia. 2015.** *Poblacion y Muestra*. Universidad Autónoma del estado de Mexico, s.l. : 2015.

**Carrasco Diaz, Sergio. 2008.** *Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. [ed.] San Marcos. 2. 2008. pág. 474.

**Chairperson, Jie Han. 2015.** *Resilient Behavior and Permanent Deformations of Triaxial Geogrid Stabilized Bases over Weak Subgrade*. Kansas, Estados Unidos : 2015.

**Constructivo. 2023.** *Mecánica de suelos en la construcción de carreteras*. [En línea] 09 de 2023. [Citado el: 12 de 09 de 2023.] <https://constructivo.com/noticia/mecanica-de-suelos-en-la-construccion-de-carreteras-1691100083>.

**Cuelho, Eli. 2017.** Geosynthetic subgrade stabilization – Field testing and design method calibration. *Transportation Geotechnics*. 2017, Vol. 10.

**Deshmukh, Rohan y Shahu, Jagdish. 2019.** The Relevance of Geogrid Reinforcement in Flexible Road Pavement: A Review. *ResearchGate*. [En línea] 2019. [https://www.researchgate.net/publication/347659881\\_The\\_Relevance\\_of\\_Geogrid\\_Reinforcement\\_in\\_Flexible\\_Road\\_Pavement\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/347659881_The_Relevance_of_Geogrid_Reinforcement_in_Flexible_Road_Pavement_A_Review). 327.

**Diario Correo. 2019.** CCL: El 80% de las carreteras del Perú está en mal estado. *Economía*. 16 de marzo de 2019.

**G&G. 2004.** *Geomembranas y Geosintéticos*.

**Geotexan. 2017.** Geosintéticos de alta calidad. [En línea] 27 de Abril de 2017. [Citado el: 22 de 09 de 2023.] <https://geotexan.com/diferencia-entre-geotextiles-tejidos-y-no-tejidos/#:~:text=Geotextiles%20no%20tejidos.&text=Las%20principales%20funciones%20de%20los,suelo%3B%20y%20proteger%20barreras%20impermeables..>

*Geotextiles for unpaved roads—A review of design procedures.*  
**Hausmann. 1987.** s.l. : New South Wales Institute of Technology, 1987, Geotextiles and Geomembranes.

**Guillermina Paz, Baena. 2017.** *Metodología de la Investigación*. s.l. : Grupo Editorial Patria, 2017.

**Gunasekara Jayalath, Chamara Prasad, y otros. 2018.** *Pavement Model test to investigate the effects of geogrid as subgrade reinforcement*.

**Guzman, Martinez, y otros. 2019.** Numerical Analysis of the One-dimensional Infiltration Process in Unsaturated Soils Reinforced with Permeable Geosynthetics. *Scientia Et Technica*. 2019, Vol. 24, págs. 46-56.

**Han, Jie. 2013.** Design planar Geosynthetic-Improved unpaved and paved roads. Geotechnical Practice Publication. *ResearchGate*. [En línea] 2013. [https://www.researchgate.net/publication/268460953\\_Design\\_of\\_Planar\\_Geosynthetic-Improved\\_Unpaved\\_and\\_Paved\\_Roads](https://www.researchgate.net/publication/268460953_Design_of_Planar_Geosynthetic-Improved_Unpaved_and_Paved_Roads).

**Heredia Mera, Jeans. 2017.** *Evaluación Técnico Económico del uso de Geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú : 2017.

**Hernandez Sampieri, Roberto. 2014.** *Metodología de la Investigación*.

**Hueto Guerrero, Alcides Manuel y Montoya Manjarres, Andres Felipe. 2016.** *Adición de geotextil tejido T-2400 a la estructura intrínseca de diferentes tipos de materiales para rellenos*. Universidad de Cartagena, s.l., Colombia : 2016.

**Jayashree, Jayakumar, Jeevanantham, Venkatesh y Yamini Roja, Selvaraju. 2020.** Expansive Subgrade Strength Improvement using Geogrid and Geotextile Layers. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. [En línea] 2020. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/955/1/012064>.

**Jimenez Vargas, J. 2017.** La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. [En línea] 2017. [Citado el: 15 de 08 de 2023.] <https://www.redalyc.org/pdf/467/46752305006.pdf>.

**Kawalec, Jacek. 2019.** Stabilisation with geogrids for transport applications—selected issues. 2019, Vol. 265.

**Lozada, Jose. 2014.** Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. [En línea] 3 de 12 de 2014. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>.

**Mendoza Torres, Christian. 2018.** *Research methodology: the routes: quantitative and qualitative and mixed*. Mexico : Mc Graw Hill educación, 2018.

**Mendoza, Maria y Ramos, Jose. 2008.** *Bases y Subbases*. Instituto Politecnico Nacional, s.l. : 2008.

**MTC. 2014.** *Manual de Carreteras*. Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Lima, Peru : 2014.

**—. 2014.** Portal.mtc.gob.pe. *Seccion suelos y pavimentos / Manual de Carreteras*. [En línea] 2014. [Citado el: 16 de Agosto de 2021.] [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf).

**Murad, Al Qurisheel. 2017.** Application of Geosynthetics in Pavement Design. [En línea] 07 de 2017. <https://www.irjet.net/archives/V4/i7/IRJET-V4I701.pdf>.

**Núñez, Anselmo. 2016.** *Optimizacion de Espesores de Pavimentos con Aplicacion Geosinteticos*. Universidad Nacional de Altiplano, Puno, Peru : 2016.

**Quispe Chirinos, Juan. 2016.** *Efecto de la energia de compactacion en la densidad seca maxima*. Cajamarca : s.n., 2016. pág. 36.

**Ramos Fernandez, Porfirio. 2020.** *Mejoramiento de suelo arcilloso nivel subrasante aplicando fibra de cabuya en Av. Cuzco- Distrito Mi Perú- Callao 2020.* UCV, Cuzco, Peru : 2020.

**Salas, Daniel Iglesias. 2013.** Elementos amovibles y fijos no estructurales. [En línea] 21 de Noviembre de 2013. <https://danybarker.wordpress.com/2013/11/21/397/#:~:text=Las%20propiedades%20mec%C3%A1nicas%20son%20aquellas,moment%C3%A1neamente%2C%20tienen%20car%C3%A1cter%20de%20choque..>

**Sanchez Leal, Freddy. 2018.** *Geotech Tips.* 2018.

**Sivapriya, Vijayasimhan y Ganesh, Shanmugan. 2019.** Functional and cost-benefits of geosynthetics as subgrade reinforcement in the design of flexible pavement. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.* 2019.

**Sun, Xiaohui y Han, Jie. 2015.** Radial stresses and resilient deformations of geogrid stabilized unpaved roads under cyclic plate loading tests. *Geotextiles and Geomembranes.* 5, 2015, Vol. 43.

**Tacillo Yauli, Elvis Fernando. 2016.** Metodología de la investigación científica. 2016.

**Torres, Erick. 2006.** *Utilizacion de la Geomalla como refuerzo de la estructura del pavimento flexible.* Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala : 2006.

**Vargas, Elias Cruz. 2013.** *Influencia de Geomallas en los parametros mecanicos de materiales para vias terrestres.* Universidad Nacional autonoma de Mexico, Mexico : 2013.

**Vasquez Sanchez, Edwin. 2018.** *Unidos para trabajar por el Gran Cambio.* Lambayeque, JNE. Chiclayo : s.n., 2018. Expositivo.

## ANEXOS

ANEXO N°1: Matriz de consistencia

ANEXO N°2: Matriz de Operacionalización

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores
Problema General	Objetivos General	Hipótesis General	VI:		
¿De qué manera la aplicación de Geosintéticos influye en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023?	<b>Determinar</b> de qué manera la aplicación de Geosintéticos influye en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023	La aplicación de Geosintéticos influye significativamente en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023	Aplicación de Geosintéticos	D1: GEOTEXTIL	Separación
					Filtración
				D2: GEOMALLA	Resistencia a la Deformación
					Resistencia a la tracción/rotura
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	VD:		
¿Cómo la aplicación de Geosintéticos influye en la resistencia al corte, C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023?	Evaluar como la aplicación de Geosintéticos influye en la resistencia al corte , C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023	La aplicación de Geosintéticos influye significativamente en la resistencia al corte, C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023		D3: COMPORTAMIENTO MECANICO	Resistencia al corte (kg/cm2)
¿De que manera la aplicación de Geosintéticos influye en el Índice de CBR , C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023?	Identificar como la aplicación de Geosintéticos influye en el Índice de CBR , C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023	La aplicación de Geosintéticos influye significativamente en el Índice de CBR, C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023	Comportamiento mecánico y físico de la subrasante		Índice de CBR (%)
¿Cómo la aplicación de Geosintéticos influye en la Densidad Máxima del suelo , C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023?	Determinar como la aplicación de Geosintéticos influye en la Densidad Máxima del suelo, C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023	La aplicación de Geosintéticos influye significativamente en la Densidad Máxima del suelo, C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023		D4: COMPORTAMIENTO FISICO	Densidad Máxima del suelo (g/cm3)
¿De qué manera la aplicación de Geosintéticos influye en el Contenido Humedad Optima, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023?	Evaluar como la aplicación de Geosintéticos influye en el Contenido Humedad Optima, C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023	La aplicación de Geosintéticos influye significativamente en el Contenido Humedad Optima, C.P Chosica del Norte - Lambayeque 2023			Contenido Humedad Optima (%)

## Anexo 2. Matriz de Operacionalización

Título: Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023					
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Aplicación de Geosintéticos	Los geosintéticos son materiales, principalmente fabricados con productos derivados del petróleo, originalmente usados en aplicaciones de ingeniería geotecnia, utilizados para mejorar, cambiar o mantener las características del suelo con el que interactúan” (Ambientales, 1994)	Los Geosintéticos que se emplearan son las Geomallas Biaxiales y Geotextil no tejido que serán aplicados a una muestra del suelo de la calle más transitada Cesar Vallejo para poder evaluar su comportamiento ante diversos ensayos y poder determinar sus beneficios y diferencias.	Geotextil	Separación	Razón
				Filtración	
			Geomalla	Resistencia a la Deformación	
				Resistencia a la tracción / rotura	
Comportamiento mecánico y físico de la subrasante	“El comportamiento mecánico y físico son cambios que presentan las propiedades de todo tipo de material, las cuales son esenciales ya que de eso depende las variaciones y sus aplicaciones en toda investigación. (Salas, 2013)	En el proyecto de investigación tiene como proceso realizar los estudios respectivos por medio de los ensayos de Corte Directo, Capacidad Portante, CBR, Proctor.	Comportamiento Mecánico	Resistencia al corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Razón
				Índice de CBR (%)	
			Comportamiento Físico	Densidad Máxima del suelo (g/cm <sup>3</sup> )	
				Contenido Humedad Optima (%)	

### ANEXO N°3: Puntos Topográficos

Puntos de referencia (BM), para su replanteo en obra, estos se ubicaron en sitios estables como en intersección de calles.

CUADRO DE COORDENADAS UTM WGS 84			
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
BM-1	9243742.801	629219.347	23.3633
BM-2	9244022.223	629235.2426	23.7079
BM-3	9244221.466	629222.4562	24.155

**Tabla N 2:** Puntos de referencia (BM)

Finalmente, en el levantamiento topográfico de la calle más transitada se obtuvo valores de precisión dentro de los límites permisibles para proyectos de este tipo. Los cuales se detallan a continuación:

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
P	N	E	Z	D
1	9243671.45	629220.51	22.95	E-1
2	9243661.9	629227.399	23.1867	VA
3	9243580.44	629225.716	22.9956	CAS
4	9243583.11	629212.134	22.7872	CAS
5	9243616.31	629213.663	23.1439	CAS
6	9243617.15	629225.905	23.1341	CAS
7	9243582.18	629216.305	22.6317	CAR
8	9243581.11	629222.451	22.7486	CAR
9	9243616.14	629223.03	23.1089	CAR
10	9243592.65	629213.994	22.8426	PST
11	9243616.37	629217.159	23.0477	CAR

12	9243620.18	629215.122	23.2111	PST
13	9243643.16	629216.314	22.8065	PST
14	9243629.73	629219.868	22.8561	BZ
15	9243643.13	629216.136	22.8716	PST
16	9243635.44	629225.912	23.1272	CAS
17	9243642.35	629224.266	22.8035	CAR
18	9243642.78	629217.559	22.7467	CAR
19	9243668.63	629217.171	23.1651	PSS
20	9243668.26	629219.694	22.9138	CAR
21	9243668.02	629225.269	22.9344	CAR
22	9243668.14	629228.233	23.1911	CAS
23	9243694.04	629219.066	23.0618	PST
24	9243684.34	629216.051	22.9663	CAS
25	9243694.11	629226.197	23.2038	CAR
26	9243694.16	629220.943	22.9701	CAR
27	9243700.12	629221.521	23.1166	BZ
28	9243696.03	629229.505	23.3815	CAS
29	9243723.05	629229.526	23.2668	PST
30	9243724.16	629227.215	23.0634	CAR
31	9243727.06	629222.416	23.1129	CAR
32	9243723.1	629230.733	23.371	CAS
33	9243723.16	629218.051	23.2554	CAS
34	9243752.61	629228.073	23.1785	E3
35	9243752.61	629228.073	23.1785	
36	9243748.02	629218.792	23.2599	CAS
37	9243748.69	629232.489	23.2756	CAS
38	9243748.14	629222.097	23.1208	CAR
39	9243748.33	629228.287	23.1211	CAR
40	9243742.8	629219.348	23.3633	BM1
41	9243760.41	629220.968	23.3452	PST
42	9243765.89	629230.991	23.2849	BZ
43	9243762.49	629224.354	23.0707	BZ

44	9243778.11	629231.42	23.4489	PST
45	9243778.6	629229.682	23.4109	CAR
46	9243778.45	629224.027	23.3985	CAR
47	9243789.48	629222.099	23.5013	PST
48	9243790.27	629229.859	23.3799	CAR
49	9243789.4	629224.363	23.4143	CAR
50	9243809.67	629221.394	23.5188	BZ
51	9243810.56	629223.357	23.3894	CAR
52	9243810.45	629229.638	23.4695	CAR
53	9243811.36	629232.743	23.6232	CAS
54	9243818.8	629230.087	23.4298	CAR
55	9243819.19	629225.267	23.4614	CAR
56	9243818.84	629223.007	23.6246	PST
57	9243830.17	629225.478	23.4315	CAR
58	9243829.88	629229.933	23.5271	CAR
59	9243822.31	629232.919	23.6425	CAS
60	9243829.77	629231.644	23.5797	PST
61	9243829.75	629232.87	23.6556	CAS
62	9243843.17	629231.754	23.6803	E4
63	9243843.17	629231.754	23.6803	E4
64	9243752.6	629228.072	23.1558	VA33
65	9243830.32	629220.894	23.4866	CAS
66	9243852.52	629221.452	23.5493	CAS
67	9243852.52	629233.619	23.5441	CAS
68	9243850.13	629223.661	23.5427	PST
69	9243852.91	629226.425	23.4888	CAR
70	9243856.89	629232.511	23.6449	CAR
71	9243857.08	629224.07	23.813	CAR
72	9243853.33	629232.768	23.6809	BZ
73	9243858.86	629230.027	23.6868	PUEN
74	9243861.47	629230.173	23.7773	PUEN
75	9243861.58	629226.747	23.7145	PUEN

76	9243858.89	629226.492	23.7404	PUEN
77	9243861.29	629230.548	22.5543	PUEN
78	9243859.21	629230.373	22.5601	PUEN
79	9243859.08	629226.088	22.714	PUEN
80	9243861.54	629225.867	22.6729	PUEN
81	9243862.39	629234.801	23.6422	PUEN
82	9243858.43	629234.585	23.8642	PUEN
83	9243858.03	629218.764	23.8209	PUEN
84	9243863.69	629218.144	23.5455	PUEN
85	9243859.25	629234.195	22.9201	PUEN
86	9243861.64	629234.675	22.5499	PUEN
87	9243857.6	629222.985	23.9168	PST
88	9243864.35	629235.338	23.6351	CAS
89	9243872.54	629221.615	23.6438	CAS
90	9243870.5	629233.897	23.549	PST
91	9243876.36	629223.74	23.7387	PST
92	9243870.57	629231.578	23.488	CAR
93	9243871.36	629224.468	23.5467	CAR
94	9243880.52	629223.146	23.5443	PST
95	9243878.89	629235.476	23.7176	CAS
96	9243880.49	629221.468	23.7862	CAS
97	9243880.3	629232.245	23.4795	CAR
98	9243880.97	629225.635	23.432	CAR
99	9243903.79	629235.351	23.757	CAS
100	9243903.93	629221.515	23.6355	CAS
101	9243903.98	629232.674	23.5753	CAR
102	9243903.77	629224.828	23.4445	CAR
103	9243904.03	629223.577	23.5711	PST
104	9243917.58	629234.041	23.6549	PST
105	9243917.43	629232.165	23.5243	CAR
106	9243916.89	629223.943	23.6256	CAR
107	9243917.86	629221.46	23.7397	CAS

108	9243918.28	629235.417	23.6376	CAS
109	9243931.02	629224.615	23.4484	CAR
110	9243931.06	629232.877	23.4488	CAR
111	9243932.24	629235.368	23.6545	CAS
112	9243930.98	629223.688	23.587	PST
113	9243948.36	629225.062	23.3936	CAR
114	9243948.29	629232.439	23.4879	CAR
115	9243949.12	629221.406	23.6702	CAS
116	9243948.8	629235.041	23.4922	CAS
117	9243963.04	629231.935	23.4914	CAR
118	9243960.35	629224.989	23.4121	CAR
119	9243949.52	629222.786	23.6499	PST
120	9243963.74	629234.251	23.5866	PST
121	9243963.85	629235.476	23.6356	CAS
122	9243959.37	629222.434	23.5495	CAS
123	9243986.68	629224.943	23.3353	CAR
124	9243986.58	629231.619	23.4897	CAR
125	9243959.41	629222.424	23.5371	BZ
126	9244029.72	629227.043	23.4757	E5
127	9244029.72	629227.043	23.4757	E5
128	9243843.17	629231.753	23.6527	VAE4
129	9244022.22	629235.243	23.7079	BM2
130	9244021.52	629224.382	23.5475	PST
131	9244011.05	629224.018	23.6694	PST
132	9244017.26	629234.436	23.5676	PST
133	9244024.38	629238.928	23.4523	PST
134	9244022.42	629234.068	23.4194	BZ
135	9244021.46	629227.045	23.3424	CAR
136	9244021.74	629232.009	23.3918	CAR
137	9243986.49	629223.67	23.4132	PST
138	9244023.47	629245.811	23.6759	PST
139	9244040.36	629246.399	23.7202	PST

140	9244022.18	629245.75	23.7056	CAS
141	9244021.65	629235.727	23.7065	CAS
142	9244041.79	629245.891	23.7233	CAS
143	9244041.31	629236.232	23.7647	CAS
144	9243991.66	629222.357	23.5181	BZ
145	9244028.24	629245.487	23.2501	CAR
146	9244027.36	629236.143	23.3413	CAR
147	9244038.05	629235.484	23.4898	CAR
148	9244037.8	629246.311	23.5318	CAR
149	9243992.17	629221.793	23.4864	CAR
150	9243999.64	629222.549	23.3348	BZ
151	9244039.73	629222.61	23.8641	BZ
152	9244037.96	629226.381	23.4284	CAR
153	9244039.12	629232.167	23.4344	CAR
154	9244038.65	629221.904	23.9536	CAS
155	9244035.59	629224.027	23.6398	PST
156	9244038.05	629224.202	23.6314	PST
157	9244065.84	629223.892	23.5159	PST
158	9244065.75	629221.993	23.6927	CAS
159	9244065.36	629235.775	23.6996	CAS
160	9244065.9	629225.374	23.4363	CAR
161	9244065.27	629231.974	23.4738	CAR
162	9244079.63	629222.046	23.947	CAS
163	9244082.05	629235.739	23.7363	CAS
164	9244082.17	629232.208	23.5095	CAR
165	9244082.11	629226.338	23.5471	CAR
166	9244089.26	629224.268	23.6688	PST
167	9244117.64	629228.797	23.8541	BZ
168	9244113.62	629234.882	23.9769	BZ
169	9244115.59	629232.116	23.812	CAR
170	9244115.59	629225.713	23.7533	CAR
171	9244119.06	629224.486	23.9171	PST

172	9244116.15	629234.514	23.9211	PST
173	9244122.76	629233.497	23.8774	PST
174	9244115.59	629235.504	23.8611	CAS
175	9244122.37	629221.884	23.9722	CAS
176	9244139.57	629222.296	23.9096	CAS
177	9244139.37	629232.241	23.7114	CAR
178	9244139.99	629224.168	23.816	CAR
179	9244139.26	629235.562	23.7765	CAS
180	9244148.83	629223.013	23.8195	BZ
181	9244154.07	629224.429	23.865	CAR
182	9244152.74	629231.56	23.798	CAR
183	9244167.46	629223.998	23.7976	CAR
184	9244153.6	629234.353	23.7853	PST
185	9244155.25	629235.358	23.835	CAS
186	9244155.6	629222.118	23.9318	CAS
187	9244180.22	629234.214	23.8842	PS
188	9244162.21	629234.754	23.8331	BZ
189	9244179.48	629233.889	23.8929	PS
190	9244180.93	629225.482	23.7522	CAR
191	9244180.42	629231.007	23.8087	CAR
192	9244180.72	629235.392	23.8834	CAS
193	9244202.66	629234.652	24.1139	BZ
194	9244232.7	629231.132	23.9325	E6
195	9244232.7	629231.132	23.9325	E6
196	9244029.73	629227.047	23.4917	VAE5
197	9244220.98	629234.598	24.1487	BZ
198	9244201.86	629223.425	23.9826	BZ
199	9244203.47	629233.766	23.9728	PS
200	9244215.27	629228.809	23.9034	BZ
201	9244203.61	629231.725	23.9129	CAR
202	9244204.14	629225.108	23.8129	CAR
203	9244220.59	629223.525	24.0913	BZ

204	9244209.47	629222.64	23.8856	CAS
205	9244208.05	629235.13	24.1391	CAS
206	9244220.28	629154.788	24.1669	CAS
207	9244222.62	629235.379	24.036	CAS
208	9244211.79	629222.838	23.8162	CAR
209	9244219.95	629222.512	23.846	CAR
210	9244211.27	629152.601	24.1846	CAR
211	9244211.95	629236.388	23.8925	CAR
212	9244220.24	629224.462	23.8102	CAR
213	9244227.66	629234.065	23.9842	PS
214	9244231.8	629233.759	24.1134	PS
215	9244220.78	629232.193	23.8889	CAR
216	9244221.47	629222.456	24.155	BM3
217	9244243.38	629222.704	24.1722	CAS
218	9244244.22	629235.508	24.2461	CAS
219	9244244.13	629234.156	24.1484	CAR
220	9244244.49	629225.693	24.0744	CAR
221	9244264.61	629234.193	24.0715	PS
222	9244264.42	629235.229	24.1064	CAS
223	9244264.71	629222.557	24.1789	CAS
224	9244264.79	629225.256	24.1366	CAR
225	9244264.43	629233.952	24.0672	CAR
226	9244279.52	629232.114	24.121	CAR
227	9244279.04	629224.969	24.1099	CAR
228	9244279.25	629222.358	24.2432	CAS
229	9244279.57	629235.258	24.0973	CAS
230	9244279.16	629234.031	24.0738	PS
231	9244300.99	629231.791	24.2386	CAR
232	9244301.08	629225.03	24.1636	CAR
233	9244301.3	629222.338	24.2984	CAS
234	9244300.74	629235.1	24.313	CAS
235	9244333.05	629231.557	24.314	CAR

236	9244333.31	629224.534	24.3445	CAR
237	9244300.64	629234.168	24.3282	PS
238	9244333.13	629233.532	24.2894	PS
239	9244332.92	629235.001	24.3615	CAS
240	9244338.14	629234.122	24.2214	PS
241	9244356.31	629235.009	24.3772	CAS
242	9244356.82	629222.102	24.491	CAS
243	9244355.91	629224.713	24.2728	CAR
244	9244356.18	629230.995	24.3171	CAR
245	9244374.31	629233.821	24.3627	PS
246	9244380.91	629233.932	24.4288	PS
247	9244382.03	629222.474	24.5069	CAS
248	9244382.15	629224.118	24.4348	CAR
249	9244380.98	629233.401	24.3833	CAR
250	9244407	629228.029	25.0155	CAR
251	9244395.76	629234.997	24.363	CAR
252	9244406.54	629234.286	24.6357	CAR
253	9244406.56	629232.174	24.7295	CAR
254	9244402.62	629225.58	24.8706	CAR
255	9244406.73	629229.852	24.8205	CAR
256	9244403.77	629226.141	24.7626	CNL
257	9244414.1	629227.073	24.5301	CNL
258	9244412.86	629229.87	25	CNL
259	9244404.42	629223.518	24.7946	CNL
260	9244413.63	629227.969	23.9844	CNL
261	9244413.11	629229.3	24.466	CNL
262	9244404.11	629225.619	24.0331	CNL
263	9244404.27	629224.49	24.2072	CNL
264	9244221.38	629219.472	24.1946	BORDO
265	9244233.29	629219.509	24.3204	BORDO
266	9244223.07	629324.621	25.8705	TN
267	9244458.47	629139.833	26.0464	TN

268	9244394.16	629323.257	25.7499	TN
269	9243490.26	629222.821	22.659	TN
270	9243492.2	629210.147	22.02	TN
271	9243493.34	629157.855	21.6	TN
272	9243617.47	629165.709	22.14	TN
273	9243856.05	629170.033	22.64	TN
274	9243873.16	629169.755	22.64	TN
275	9243863.95	629170.099	22.43	TN
276	9243861.42	629170.197	22.5	TN
277	9243862.66	629170.269	21.05	TN
278	9243990.06	629170.298	22.77	TN
279	9244079.3	629173.481	22.86	TN
280	9244045.7	629323.405	24.54	TN
281	9243859.48	629322.186	24.77	TN
282	9243855.31	629321.947	24.64	TN
283	9243853.43	629321.876	23.45	TN
284	9243852.34	629321.918	24.85	TN
285	9243849.65	629323.678	25.01	TN
286	9243463.11	629327.69	24.1	TN
287	9244028.97	629323.972	24.77	TN
288	9244210	629324.119	25.9	TN

DESCRIPCION (D)

BM Banco de Nivel

TN Terreno Natural

E Eje

BZ Buzón

# ANEXO N°4: Estudio Mecánica de Suelos

## Calicata N 1

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
Servicios Generales de Ingeniería  
RUC: 20561140686

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
PAVIMENTOS Y CONCRETO  
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y LABORATORIO

Calle Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - CEL. 990401751 - Email: cimentajbm@gmail.com

**Proyecto:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023

**Localización:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque

**Muestra:** Calicata N° 01 Km: 0+000

**Material:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

**Para Uso :** Proyecto de Investigación

**Perforación:** Cielo Abierto

**Prof. de Muestra:** 0.00 - 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2,023

### **HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	23.24	23.20	23.40
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	38.42	38.40	38.57
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	34.38	34.40	34.50
PESO DEL AGUA grs	4.04	4.00	4.07
PESO DEL SUELO SECO grs	11.14	11.20	11.10
% DE HUMEDAD	36.27	35.71	36.67
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>	36.22		

CIMENTA JBM E.I.R.L.  
  
F. Antonio Barrienti Gonzales  
GERENTE TECNICO

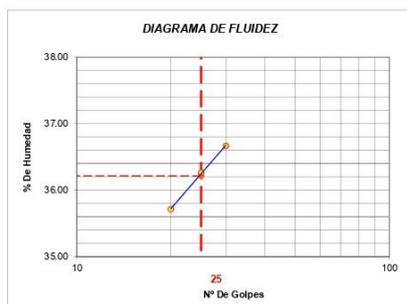
CIMENTA JBM E.I.R.L.  
  
Jonathan H. Barturen Manay  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
REG. C.I.P. N° 232338



**Proyecto:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte,  
**Localización:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque  
**Muestra:** Calicata N° 01 Km: 0+000  
**Material:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD  
**Para Uso:** Proyecto de Investigación  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de la Muestra:** 0.00 - 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2,023

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	23.24	23.20	23.40
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	38.42	38.40	38.57
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	34.38	34.40	34.50
PESO DEL AGUA grs	4.04	4.00	4.07
PESO DEL SUELO SECO grs	11.14	11.20	11.10
% DE HUMEDAD	36.27	35.71	36.67
NUMERO DE GOLPES	25	20	30



Índice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	36.22
Límite Plástico (%)	19.81
Índice de Plasticidad Ip (%)	16.40
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6
Índice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	22.84	22.70	22.00
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	27.25	28.00	29.00
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	26.53	27.00	28.00
PESO DEL AGUA grs	0.72	1.00	1.00
PESO DEL SUELO SECO grs	3.69	4.30	6.00
% DE HUMEDAD	19.51	23.26	16.67
% PROMEDIO		19.81	

*F. Antonio Barrios Gonzales*  
 CIMENTA JBM E.I.R.L.  
 F. Antonio Barrios Gonzales  
 GERENTE TECNICO

CIMENTA JBM E.I.R.L.  
*Jordan H. Barturen Manay*  
 JORDAN H. BARTUREN MANAY  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. C.I.P. N° 232338



**VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883**

**PROYECTO :** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del  
**LOCALIZACIÓN:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque  
**MUESTRA :** Calicata N° 01 Km: 0+000  
**MATERIAL :** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD  
**FECHA:** Setiembre del 2,023

**COMPACTACIÓN**

Molde N°	1	2	3
<b>N° de golpes por capa</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>56</b>
CONDICIONES DE LA MUESTRA	4530	4530	4530
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	9076	8906	8703
Peso del molde (gramos)	4383	4420	4398
Peso del suelo húmedo (grs.)	4693	4486	4305
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs/cm3)	2.19	2.09	2.01
Densidad seca (grs/cm3)	<b>1.87</b>	<b>1.78</b>	<b>1.72</b>
<b>Tarro N°</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>16</b>
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	72.27	78.23	63.58
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	65.03	69.83	57.44
Peso del agua (grs.)	7.24	8.40	6.14
Peso del tarro (grs.)	22.36	21.47	21.46
Peso del suelo seco (grs.)	42.67	48.36	35.98
% de humedad	<b>16.97</b>	<b>17.37</b>	<b>17.07</b>
PROMEDIO DE HUMEDAD			

**EXPANSIÓN**

TIEMPO HRS	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
	DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	3.24	3.24	3.24	2.551	3.12	2.457	3.05	3.05	2.402			
48	3.6	3.6	3.6	2.646	3.18	2.504	3.11	3.11	2.449			
72	3.42	3.42	3.42	2.693	3.21	2.528	3.13	3.13	2.465			
96	3.42	3.42	3.42	2.693	3.21	2.528	3.13	3.13	2.465			

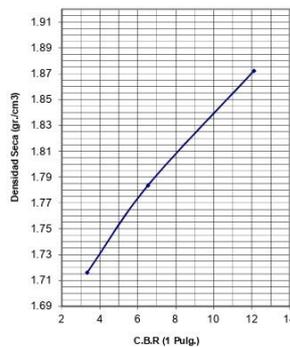
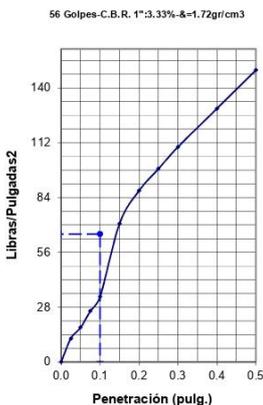
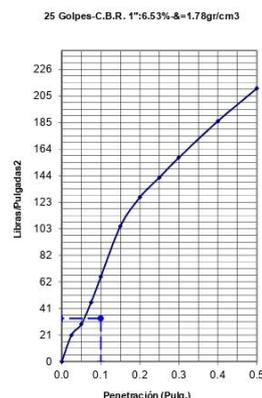
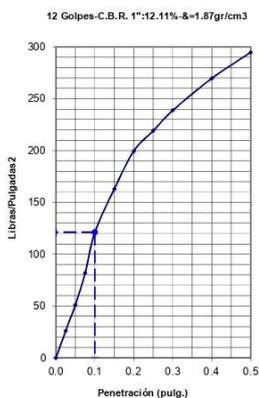
**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN	MOLDE N°01- N° de Golpes			MOLDE N°02- N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg"		Libras.	Libras./pulg"		Libras.	Libras./pulg"
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	6	78	26	4	61.2	20.4	1	36.1	12.03333
0.050	15	153.5	51	7	86.4	28.8	3	52.8	17.6
0.075	26	245.8	82	13	136.7	45.56667	6	78	26
0.100	40	363.3	121	21	196	65.33333	10	100	33.33333
0.150	55	489.3	163	34	312.9	104.3	22	212.2	70.73333
0.200	68	598.6	200	42	380.1	126.7	28	262.6	87.53333
0.250	75	657.45	219	48	426.1	142.0333	32	296.15	98.71667
0.300	82	716.3	239	53	472.1	157.3667	36	329.7	109.9
0.400	93	808.8	270	63	556.5	185.5	43	388.5	129.5
0.50	102	884.6	295	72	632.2	210.7333	50	447.3	149.1

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
  
 F. Antonio Bartrán Gonzales  
 GERENTE TECNICO

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
  
 Jonathan H. Barturen Manay  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. C.I.P. N° 232338

<b>PROYECTO</b>	Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con a	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACION</b>	Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque	Humedad Óptima Porct. Mod.:	16.06 %
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 01 Km: 0+000	Max. Des. Porct. Mod.:	1.800 gr/cm
<b>MATERIAL</b>	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		
<b>FECHA</b>	Setiembre del 2,023		



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	16.97	1.87	3.42	104	12.11		95%	100%
25	17.37	1.78	2.53	99	3.33		3.33%	6.53
56	17.07	1.72	2.47	95				

CIMENTA JBM E.I.R.L.  
*[Signature]*  
 P. Antón Barreneche González  
 GERENTE TÉCNICO

CIMENTA JBM E.I.R.L.  
*[Signature]*  
 Jonathan H. Barturen Manay  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338

## Calicata N 2

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
Servicios Generales de Ingeniería  
RUC: 20561140686

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y CONCRETO  
EXPLORACION GEOTÉCNICA Y LABORATORIO

Calle Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - CEL. 990401751 - Email: cimentajbm@gmail.com

**Proyecto:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023

**Localización:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque

**Muestra:** Calicata N° 02 Km: 0+250

**Material:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

**Para Uso :** Proyecto de Investigacion

**Prof. de Muestra:** 0.00 - 1.50 m

**Perforación:** Cielo Abierto

**Fecha:** Setiembre del 2,023

### HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	23.68	23.20	20.67
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	38.42	38.42	38.42
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	34.49	34.40	33.78
PESO DEL AGUA grs	3.93	4.02	4.64
PESO DEL SUELO SECO grs	10.81	11.20	13.11
% DE HUMEDAD	36.36	35.89	35.39
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>		35.88	

CIMENTA JBM E.I.R.L.

*Jonathan H. Barturen Manay*  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
REG. CIP. N° 232336

CIMENTA JBM E.I.R.L.

*F. Antonio Barturen Gonzales*  
GERENTE TECNICO

**Proyecto:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023  
**Localización:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque  
**Muestra:** Calicata N° 02 Km: 0+250  
**Material:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD  
**Para Uso:** Proyecto de Investigación  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 0.00 - 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2,023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø (mm)					
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	100.00%	
1"	25.40	0.00	0.00%	100.00%	
3/4"	19.050	0.00	0.00%	100.00%	
1/2"	12.700	0.00	0.00%	100.00%	
3/8"	9.525	0.00	0.00%	100.00%	
1/4"	6.350	38.30	12.77%	87.23%	
N° 4	4.760	8.35	2.78%	84.45%	
N° 10	2.000	1.37	0.46%	83.99%	
N° 20	0.840	2.04	0.68%	83.31%	
N° 40	0.426	3.26	1.09%	82.23%	
N° 50	0.250	4.28	1.43%	80.80%	
N° 100	0.149	28.30	9.43%	71.37%	
N° 200	0.074	19.26	6.42%	64.95%	
Fondo	0.01	194.84	64.95%	0.00%	
PESO INICIAL	300.00				

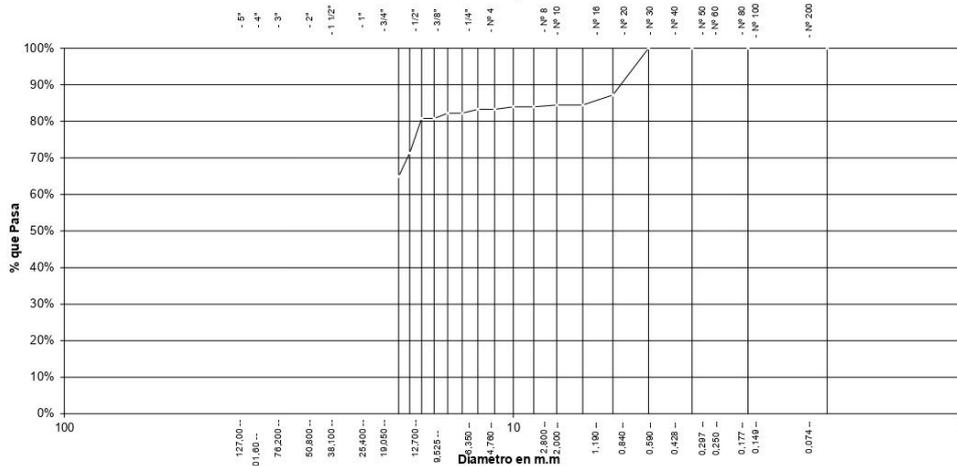
  

Descripción Muestra:			
Arcilla inorganica de baja a media plasticidad			
SUCS =	CL	AASHTO =	A-6
LL =	35.88	WT =	
LP =	19.86	WT+Sal =	
IP =	16.02	WSAL =	
IG =		WT+SDL =	
D 90 =		WSDL =	
D 60 =		%ARC. =	64.95
D 30 =		%ERR. =	
D 10 =		Cc =	
		Cu =	

Observaciones : MALO	
Bolonesa > 3"	
Grava 3" - N°4	15.55%
Arena N°4 - N°200	21.59%
Finos < N°200	62.86%
	100.00%

**Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado**



**CIMENTA JBM E.I.R.L.**

Jonathan H. Barturen Manay  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338

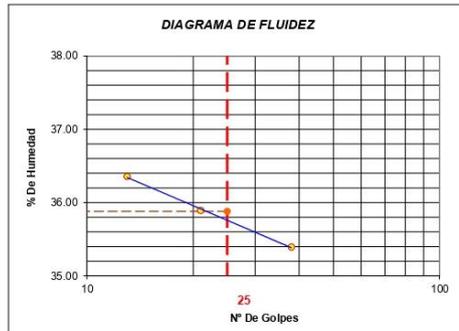
**CIMENTA JBM E.I.R.L.**

F. Antonio Barturen Gonzales  
 GERENTE TECNICO

**Proyecto:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte,  
**Localización:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque  
**Muestra:** Calicata N° 02 Km: 0+250  
**Material:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD  
**Para Uso:** Proyecto de Investigación  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de la Muestra:** 0.00 - 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2,023

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	23.68	23.20	20.67
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	38.42	38.42	38.42
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	34.49	34.40	33.78
PESO DEL AGUA grs	3.93	4.02	4.64
PESO DEL SUELO SECO grs	10.81	11.20	13.11
% DE HUMEDAD	36.36	35.89	35.39
NUMERO DE GOLPES	13	21	38



Indice de Flujo Fi	
Limite de contracción (%)	
Limite Líquido (%)	35.88
Limite Plástico (%)	19.86
Indice de Plasticidad Ip (%)	16.02
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6
Indice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	23.24	22.00	23.15
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	27.25	28.00	29.30
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	26.59	27.00	28.28
PESO DEL AGUA grs	0.66	1.00	1.02
PESO DEL SUELO SECO grs	3.35	5.00	5.13
% DE HUMEDAD	19.70	20.00	19.88
% PROMEDIO		19.86	

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**

Jonathan H. Barúren Manay  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232336

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**

F. Antonio Barúren Gonzales  
 GERENTE TÉCNICO

# Calicata N 3

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
 Servicios Generales de Ingeniería  
 RUC: 20561140686

Calle Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - CEL. 990401751 - Email: cimentajbm@gmail.com

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**PAVIMENTOS Y CONCRETO**  
**EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y LABORATORIO**

**Proyecto:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023

**Localización:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque

**Muestra:** Calicata N° 03 Km: 0+500

**Material:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

**Para Uso :** Proyecto de Investigación

**Perforación:** Cielo Abierto

**Prof. de Muestra:** 0.00 - 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2,023

## HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	21.91	20.85	23.20
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	37.30	38.29	37.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	33.21	33.74	33.63
PESO DEL AGUA grs	4.09	4.55	3.62
PESO DEL SUELO SECO grs	11.30	12.89	10.43
% DE HUMEDAD	36.19	35.30	34.71
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>	35.40		

CIMENTA JBM E.I.R.L.

Jonathan H. Barturen Manay  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338

CIMENTA JBM E.I.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales  
 GERENTE TECNICO

**Proyecto:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023  
**Localización:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque  
**Muestra:** Calicata N° 03 Km: 0+500  
**Materia:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD  
**Para Uso:** Proyecto de Investigación  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 0.00 - 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2,023

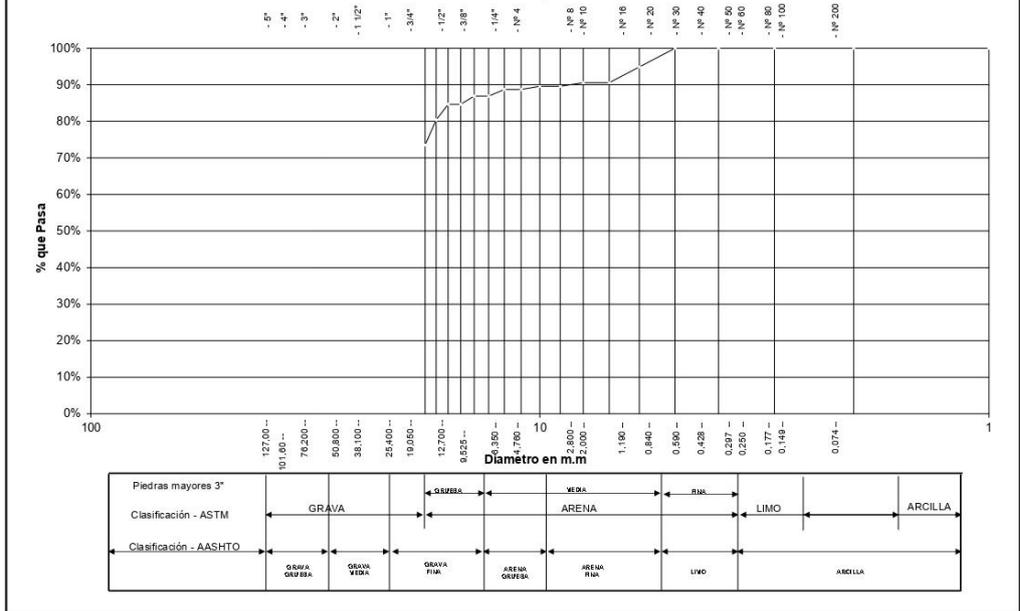
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø	(mm)				
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	100.00%	
1"	25.40	0.00	0.00%	100.00%	
3/4"	19.050	0.00	0.00%	100.00%	
1/2"	12.700	0.00	0.00%	100.00%	
3/8"	9.525	0.00	0.00%	100.00%	
1/4"	6.350	15.35	5.12%	94.88%	
N° 4	4.760	12.87	4.29%	90.59%	
N° 10	2.000	3.00	1.00%	89.59%	
N° 20	0.840	2.72	0.91%	88.69%	
N° 40	0.426	5.35	1.78%	86.90%	
N° 50	0.250	6.62	2.21%	84.70%	
N° 100	0.149	12.78	4.26%	80.44%	
N° 200	0.074	20.72	6.91%	73.53%	
Fondo	0.01	220.59	73.53%	0.00%	
PESO INICIAL	300.00				

Descripción Muestra:			
Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad			
SUCS =	CL	AASHTO =	A-6
LL =	35.40	WT =	
LP =	19.32	WT+SAL =	
IP =	15.48	WSAL =	
IG =		WT+SDL =	
		WSDL =	
D 90 =		%ARC. =	73.53
D 60 =		%ERR. =	
D 30 =		Cc =	
D 10 =		Cu =	
Observaciones : MALO			
Bolometra > 3"			
Grava 3" - N°4			
Arena N°4 - N°200			
Finos < N°200			
		9.41%	
		19.21%	
		71.38%	
		100.00%	

**Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado**



**CIMENTA JBM E.I.R.L.**

Jonathan H. Barturen Manay  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338

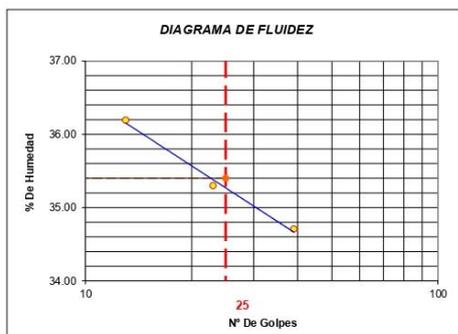
**CIMENTA JBM E.I.R.L.**

F. Antonio Barturen Gonzales  
 GERENTE TECNICO

**Proyecto:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte,  
**Localización:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque  
**Muestra:** Calicata N° 03 Km: 0+500  
**Material:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD  
**Para Uso:** Proyecto de Investigación  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de la Muestra:** 0.00 - 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2,023

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	21.91	20.85	23.20
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	37.30	38.29	37.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	33.21	33.74	33.63
PESO DEL AGUA grs	4.09	4.55	3.62
PESO DEL SUELO SECO grs	11.30	12.89	10.43
% DE HUMEDAD	36.19	35.30	34.71
NUMERO DE GOLPES	13	23	39



Indice de Flujo Fi	
Limite de contracción (%)	
Limite Líquido (%)	35.40
Limite Plástico (%)	19.92
Indice de Plasticidad Ip (%)	15.48
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6
Indice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	20.67	21.00	21.81
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	28.54	28.20	27.56
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	27.23	27.00	26.61
PESO DEL AGUA grs	1.31	1.20	0.95
PESO DEL SUELO SECO grs	6.56	6.00	4.80
% DE HUMEDAD	19.97	20.00	19.79
% PROMEDIO		19.92	

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
  
**Jonathan H. Barturen Manay**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
  
**F. Antonio Barahen Gonzalez**  
 GERENTE TECNICO

## Calicata N 4

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
 Servicios Generales de Ingeniería

RUC: 20561140686

Calle Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - CEL. 990401751 – Email: cimentajbm@gmail.com

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
 PAVIMENTOS Y CONCRETO  
 EXPLORACION GEOTÉCNICA Y LABORATORIO

**Proyecto:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023

**Localización:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque

**Muestra:** Calicata N° 04 Km: 0+750

**Material:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

**Para Uso :** Proyecto de Investigación

**Perforación:** Cielo Abierto

**Prof. de Muestra:** 0.00 - 1.50 m

**Fecha:** Setiembre del 2,023

### HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	23.41	20.85	23.20
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	41.25	40.25	39.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	37.14	35.83	35.81
PESO DEL AGUA grs	4.11	4.42	3.44
PESO DEL SUELO SECO grs	13.73	14.98	12.61
% DE HUMEDAD	29.93	29.51	27.28
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>	28.91		

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**

*Jonathan H. Barturen Manay*  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**

*F. Antonio Barrios Gonzales*  
 GERENTE TÉCNICO

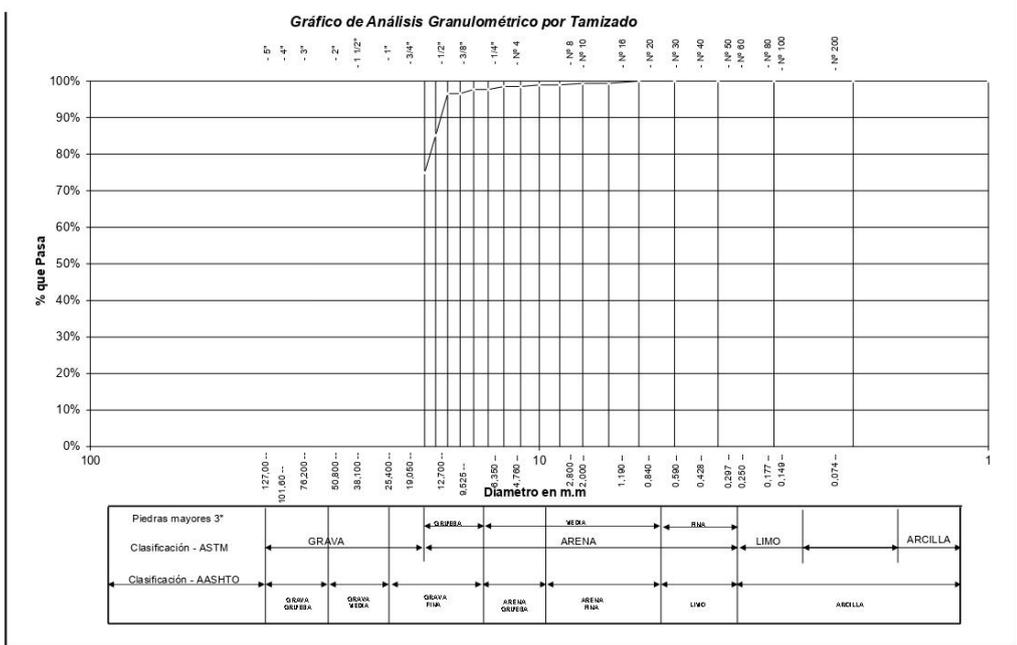
**Proyecto:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023  
**Localización:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque  
**Muestra:** Calicata N° 04 Km: 0+750  
**Material:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD  
**Para Uso:** Proyecto de Investigación  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de Muestra:** 0.00 - 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2,023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø	(mm)				
5"	127.00				
4"	101.60				
3"	76.20				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	100.00%	
1"	25.40	0.00	0.00%	100.00%	
3/4"	19.050	0.00	0.00%	100.00%	
1/2"	12.700	0.00	0.00%	100.00%	
3/8"	9.525	0.00	0.00%	100.00%	
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%	
N° 4	4.760	1.87	0.62%	99.38%	
N° 10	2.000	1.24	0.41%	98.96%	
N° 20	0.840	1.35	0.45%	98.51%	
N° 40	0.426	2.50	0.83%	97.68%	
N° 50	0.250	3.25	1.08%	96.60%	
N° 100	0.149	34.25	11.42%	85.18%	
N° 200	0.074	30.78	10.26%	74.92%	
Fondo	0.01	224.76	74.92%	0.00%	
PESO INICIAL	300.00				

Descripción Muestra:			
Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad			
SUCS =	CL	AASHTO =	A-6
LL =	29.61	WT =	=
LP =	19.81	WT+SAL =	=
IP =	9.80	WSAL =	=
IG =	=	WT+SDL =	=
		WSDL =	=
D 90 =		%ARC =	74.92
D 60 =		%ERR =	=
D 30 =		Cc =	=
D 10 =		Cu =	=
<b>Observaciones : MALO</b>			
Bolometría > 3"			
Grava 3" - N°4		0.62%	
Arena N°4 - N°200		25.92%	
Finos < N°200		73.46%	
		100.00%	



**CIMENTA JBM E.I.R.L.**

Jonathan H. Barturen Manay  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338

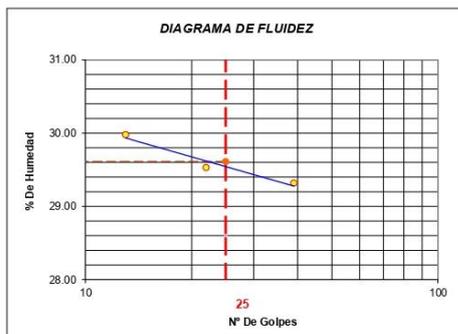
**CIMENTA JBM E.I.R.L.**

F. Antonio Barturen Gonzales  
 GERENTE TECNICO

**Proyecto:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte,  
**Localización:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque  
**Muestra:** Calicata N° 04 Km: 0+750  
**Material:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD  
**Para Uso:** Proyecto de Investigación  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Profundidad de la Muestra:** 0.00 - 1.50 m  
**Fecha:** Setiembre del 2,023

**LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	23.41	20.85	23.20
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	41.25	40.25	39.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	37.14	35.83	35.81
PESO DEL AGUA grs	4.11	4.42	3.44
PESO DEL SUELO SECO grs	13.73	14.98	12.61
% DE HUMEDAD	29.98	29.53	29.32
NUMERO DE GOLPES	13	22	39



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	29.61
Límite Plástico (%)	19.81
Indice de Plasticidad Ip (%)	9.80
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6
Indice de consistencia Ic	

**LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	22.84	22.70	22.00
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	27.25	28.00	29.00
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	26.53	27.00	28.00
PESO DEL AGUA grs	0.72	1.00	1.00
PESO DEL SUELO SECO grs	3.69	4.30	6.00
% DE HUMEDAD	19.51	23.26	16.67
% PROMEDIO		19.81	

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
  
 Jonathan H. Barturen Manay  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
  
 F. Antonio Barturen Gonzales  
 GERENTE TECNICO

**VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883**

**PROYECTO :** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del  
**LOCALIZACIÓN:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque  
**MUESTRA :** Calicata N° 04 Km: 0+750  
**MATERIAL :** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD  
**FECHA:** Setiembre del 2,023

**COMPACTACIÓN**

Molde N°	1		2		3	
	12		25		56	
N° de golpes por capa	4530		4530		4530	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	4530		4530		4530	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	11125		12108		11895	
Peso del molde (gramos)	6695		7960		8015	
Peso del suelo húmedo (grs.)	4430		4148		3880	
Volumen del molde (cc)	2143		2143		2143	
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.07		1.94		1.81	
Densidad seca (grs./cm3)	1.79		1.68		1.57	
Tarro N°	10		12		16	
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	98.56		95.63		101.25	
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	86.59		84.35		89.12	
Peso del agua (grs.)	11.97		11.28		12.13	
Peso del tarro (grs.)	10.16		10.82		10.18	
Peso del suelo seco (grs.)	76.43		73.53		78.94	
% de humedad	15.66		15.34		15.37	
PROMEDIO DE HUMEDAD						

**EXPANSIÓN**

TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN			
	HRS	DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	1.15	1.15	1.15	0.906	0.98	0.98	0.772	0.87	0.87	0.685	0.87	0.87	0.685
48	1.26	1.26	1.26	0.992	1.05	1.05	0.827	0.92	0.92	0.724	0.92	0.92	0.724
72	1.27	1.27	1.27	1	1.06	1.06	0.835	0.93	0.93	0.732	0.93	0.93	0.732
96	1.27	1.27	1.27	1	1.06	1.06	0.835	0.93	0.93	0.732	0.93	0.93	0.732

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes					
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN				
		DIAL	Libras.		Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00			0.00
0.025	4	8.8	2.93333	5	17	5.666667	1	36.1	12.03333			
0.050	17	126.4	42.1333	10	62.6	20.86667	3	52.8	17.6			
0.075	24	190.2	63.4	18	135.5	45.16667	6	78	26			
0.100	35	290.5	96.8333	27	217.5	71	10	111.5	37.16667			
0.150	58	500.1	166.7	48	409	136.3333	22	212.2	70.73333			
0.200	72	627.7	209.233	64	554.8	184.9333	28	262.6	87.53333			
0.250	88	769	256.333	75	655.1	218.3667	32	296.15	98.71667			
0.300	103	910.3	303.433	86	755.4	251.8	36	329.7	109.9			
0.400	119	1056.2	352.067	98	864.7	288.2333	43	388.5	129.5			
0.50	128	1138.2	379.4	107	946.8	315.6	50	447.3	149.1			

CIMENTA JBM E.I.R.L.

Jonathan H. Barturen Manay  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338

CIMENTA JBM E.I.R.L.

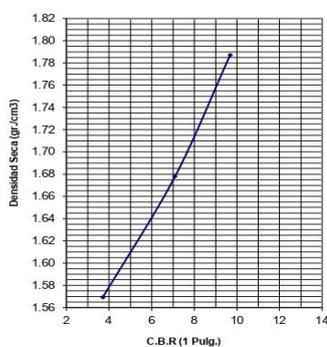
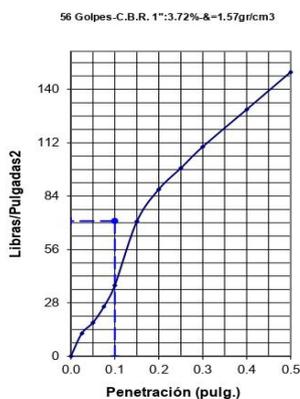
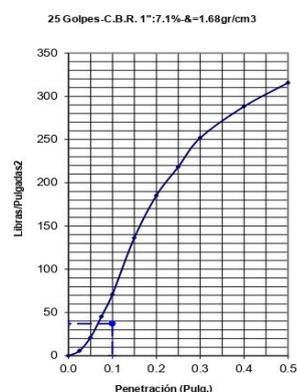
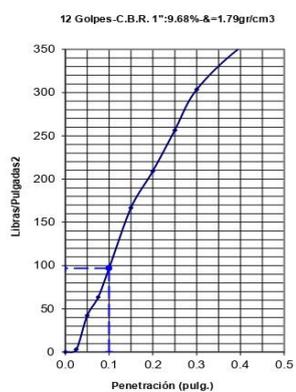
F. Antonio Barturen Gonzales  
 GERENTE TECNICO

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
 Servicios Generales de Ingeniería

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 PAVIMENTOS Y CONCRETO

RUC: 20561140686  
 Calle Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - CEL. 990401751 - Email: cimentajbm@gmail.com

<b>PROYECTO</b>	Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con a	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACION</b>	Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque	Humedad Optima Porct.. Mod.:	9.02 %
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 04 Km: 0+750	Max. Des. Porct.. Mod.:	1.897 gr/cm <sup>3</sup>
<b>MATERIAL</b>	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		
<b>FECHA</b>	Setiembre del 2,023		



GOLPES	W. %	&.gr./cm <sup>3</sup>	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	15.66	1.79	1.00	94	9.68		95%	100%
25	15.34	1.68	0.84	88	3.72		3.72%	7.10
56	15.37	1.57	0.73	83	7.10			

CIMENTA JBM E.I.R.L.  
 Jonathan H. Barturen Manay  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338

CIMENTA JBM E.I.R.L.  
 F. Antonio Barriento Gonzalez  
 GERENTE TECNICO



# CBR Suelo Natural con Geotextil – Calicata 1

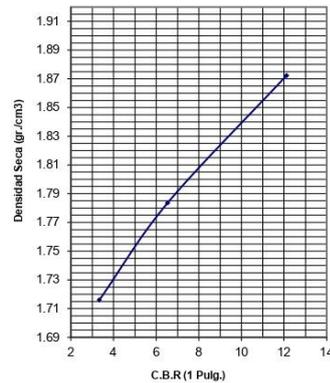
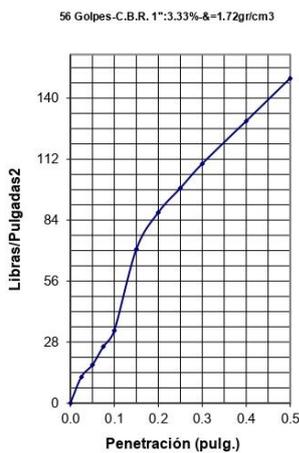
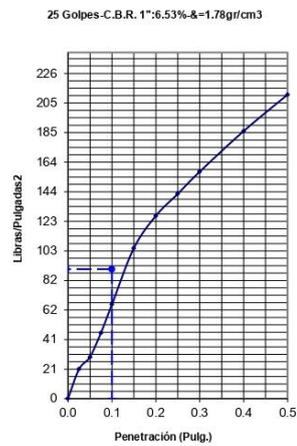
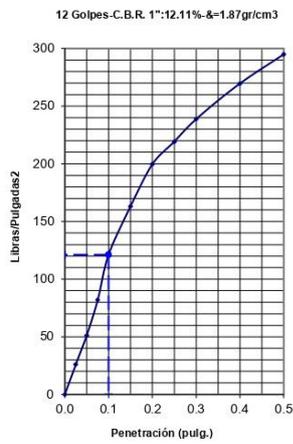
**CIMENTA JBM E.I.R.L**  
 Servicios Generales de Ingeniería

RUC: 20561140686  
 Calle Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - CEL. 990401751 – Email: cimentajbm@gmail.com

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 PAVIMENTOS Y CONCRETO  
 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y LABORATORIO

## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883 + GEOTEXILES

<b>PROYECTO</b>	Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con a	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACION</b>	Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque	Humedad Optima Porct.. Mod.:	19.30 %
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 01 Km: 0+000	Max. Des. Porct.. Mod.:	1.620 gr/cm <sup>3</sup>
<b>MATERIAL</b>	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		
<b>FECHA</b>	Setiembre del 2,023		



GOLPES	W. %	&.gr./cm <sup>3</sup>	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	16.97	1.87	3.42	116	12.11		95%	100%
25	17.37	1.78	2.53	110	8.98		8.98%	15.60
56	17.07	1.72	2.47	106	15.60			

CIMENTA JBM E.I.R.L.  
*[Signature]*  
 P. Jonathan H. Barturen Manay  
 GERENTE TECNICO

CIMENTA JBM E.I.R.L.  
*[Signature]*  
 Jonathan H. Barturen Manay  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338



# CBR Suelo Natural con Geomalla Biaxial – Calicata 1

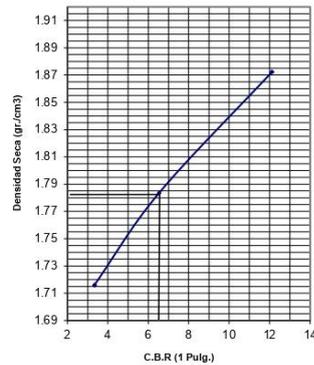
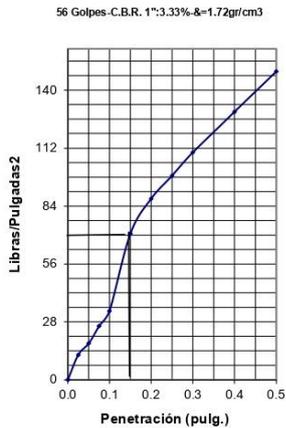
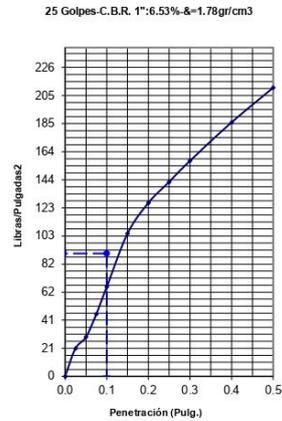
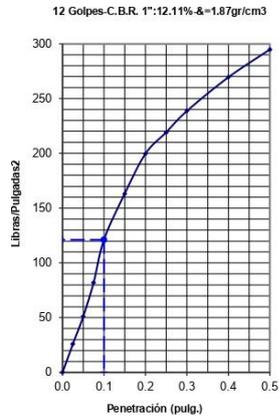
**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
Servicios Generales de Ingeniería  
RUC: 20561140686

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y CONCRETO  
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y LABORATORIO

Calle Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - CEL. 990401751 - Email: cimentajbm@gmail.com

## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883 + GEOMALLA BIAxIAL

<b>PROYECTO</b>	Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con geomalla biaxial	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R.</b>
<b>LOCALIZACION</b>	Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque	Humedad Óptima Porct. Mod.:	15.20 %
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 01 Km: 0+000	Max. Des. Porct. Mod.:	1.940 gr/cm <sup>3</sup>
<b>MATERIAL</b>	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		
<b>FECHA</b>	Setiembre del 2,023		



GOLPES	W. %	&.gr./cm <sup>3</sup>	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	16.97	1.87	3.42	97	12.11		95%	100%
25	17.37	1.78	2.53	92	8.98		14.60%	22.90
56	17.07	1.72	2.47	88	15.60			

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
*F. Antonio Bartrén González*  
GERENTE TÉCNICO

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
*Jonathan H. Barturen Manay*  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
REG. CIP. N° 232338

# Ensayo de corte directo con suelo Natural C-1

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
 Ser vicios Generales de Ingeniería  
 RUC: 20561140686

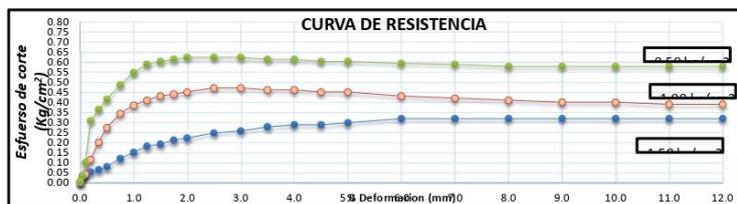
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 PAVIMENTOS Y CONCRETO  
 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y LABORATORIO

Calle Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - CEL: 990401751 - Email: cimentajbm@gmail.com

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO - SUELO NATURAL

**PROYECTO:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023  
**LOCALIZACIÓN:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque  
**MUESTRA:** Calicata N° 01 Km: 0+000  
**MATERIAL:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD  
**FECHA:** Setiembre del 2,023

Ensayo Corte Directo		A	B	C	D.Unit	Esfuerzo Cortante kg/cm2		
Esfuerzo Normal	Kg/cm <sup>2</sup>	0.50	1.00	1.50	0.00	0	0	0
Número del tallador		1.00	2.00	3.00	0.05	0.03064	0.0306	0.03064
Peso del tallador	g.	120.00	120.00	120.00	0.10	0.04083	0.0408	0.0972
Lado o Diámetro del tallador	cm	4.99	4.99	4.99	1.00	0.14831	0.3835	0.547
Altura del tallador (muestra de ensayo)	cm	2.10	2.10	2.10	2.00	0.2198	0.4499	0.62375
Área del tallador	cm <sup>2</sup>	19.56	19.56	19.56	3.00	0.25562	0.4704	0.62375
Volumen del tallador	cm <sup>3</sup>	41.08	41.08	41.08	4.00	0.28636	0.4601	0.61356
Peso del tallador + muestra hum. Natural	g.	188.00	189.20	187.89	5.00	0.29655	0.4499	0.60321
Número de Tara		D-1	D-2	D-3	6.00	0.31692	0.4295	0.59302
Peso de tara + muestra húmeda	g.	250.00	250.00	250.00	7.00	0.31692	0.4191	0.58793
Peso de tara + muestra seca	g.	243.83	243.92	243.59	8.00	0.31692	0.409	0.57774
Peso de la tara	g.	125.00	125.00	125.00	9.00	0.31692	0.3988	0.57774
Contenido de humedad Natural	%	5.19	5.11	5.41	10.00	0.31692	0.3988	0.57774
Peso del tallador + muestra hum. Saturada		220.25	221.86	220.84	11.00	0.31692	0.3886	0.57774
					12.00	0.31692	0.3886	0.57774



**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
*[Firma]*  
**F. Antonio Barturen Gonzales**  
 GERENTE TECNICO

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
*[Firma]*  
**Jonathan H. Barturen Manay**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338

# Ensayo de corte directo con Geotextil C-1

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
Servicios Generales de Ingeniería  
RUC: 20561140686

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y CONCRETO  
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y LABORATORIO

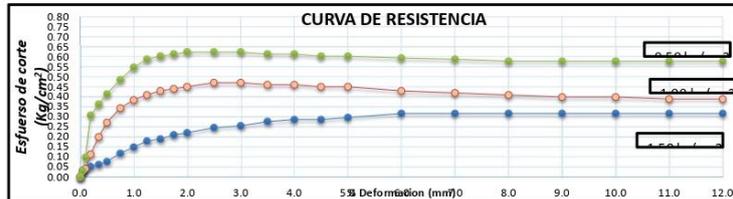
Calle Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - CEL: 990401751 - Email: cimenta@bmgmail.com

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO + GEOTEXTIL

**PROYECTO:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023  
**LOCALIZACIÓN:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque  
**MUESTRA:** Calicata N° 01 Km: 0+000  
**MATERIAL:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD  
**FECHA:** Setiembre del 2,023

Ensayo Corte Directo		A	B	C
Esfuerzo Normal	Kg/cm <sup>2</sup>	0.50	1.00	1.50
Número del tallador		1.00	2.00	3.00
Peso del tallador	g.	120.00	120.00	120.00
Lado o Diámetro del tallador	cm	4.99	4.99	4.99
Altura del tallador (muestra de ensayo)	cm	2.10	2.10	2.10
Área del tallador	cm <sup>2</sup>	19.56	19.56	19.56
Volumen del tallador	cm <sup>3</sup>	41.08	41.08	41.08
Peso del tallador + muestra hum. Natural	g.	188.00	189.20	187.89
Número de Tara		D-1	D-2	D-3
Peso de tara + muestra húmeda	g.	250.00	250.00	250.00
Peso de tara + muestra seca	g.	243.83	243.92	243.59
Peso de la tara	g.	125.00	125.00	125.00
Contenido de humedad Natural	%	5.19	5.11	5.41
Peso del tallador + muestra hum. Saturada		220.25	221.86	220.84

D.Unit	Esfuerzo Cortante kg/cm <sup>2</sup>		
0.00	0	0	0
0.05	0.026392	0.030639	0.0306392
0.10	0.022828	0.040828	0.097198
1.00	0.268309	0.383483	0.5470043
2.00	0.219798	0.449878	0.6237524
3.00	0.255624	0.470421	0.6237524
4.00	0.286357	0.460067	0.6135631
5.00	0.296546	0.449878	0.6032095
6.00	0.316924	0.429499	0.5930203
7.00	0.316924	0.419146	0.5879256
8.00	0.316924	0.408956	0.5897364
9.00	0.316924	0.398767	0.5897364
10.00	0.316924	0.398767	0.6277364
11.00	0.316924	0.388578	0.6277364
12.00	0.376924	0.428578	0.6377364



**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
*F. Antonio Barturen Gonzales*  
GERENTE TECNICO

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
*Jonathan H. Barturen Manay*  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
REG. CIP. N° 232338

# Ensayo de corte directo con Geomalla Biaxial C-1

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
 Ser vicios Generales de Ingeniería  
 RUC: 20561140686

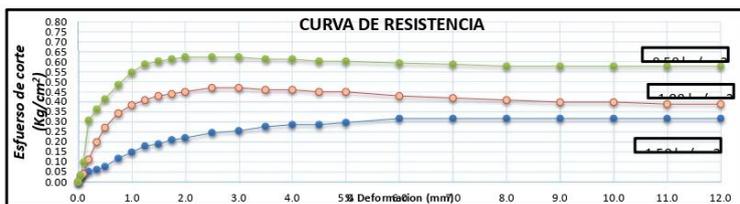
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 PAVIMENTOS Y CONCRETO  
 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y LABORATORIO

Calle Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - CEL: 990401751 - Email: cimentajbm@gmail.com

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO + GEOMALLA BIAxIAL

**PROYECTO:** Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosica del Norte, Lambayeque-2023  
**LOCALIZACIÓN:** Distrito: La Victoria, Provincia: Chiclayo, Departamento: Lambayeque  
**MUESTRA:** Calicata N° 01 Km: 0+000  
**MATERIAL:** ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD  
**FECHA:** Setiembre del 2,023

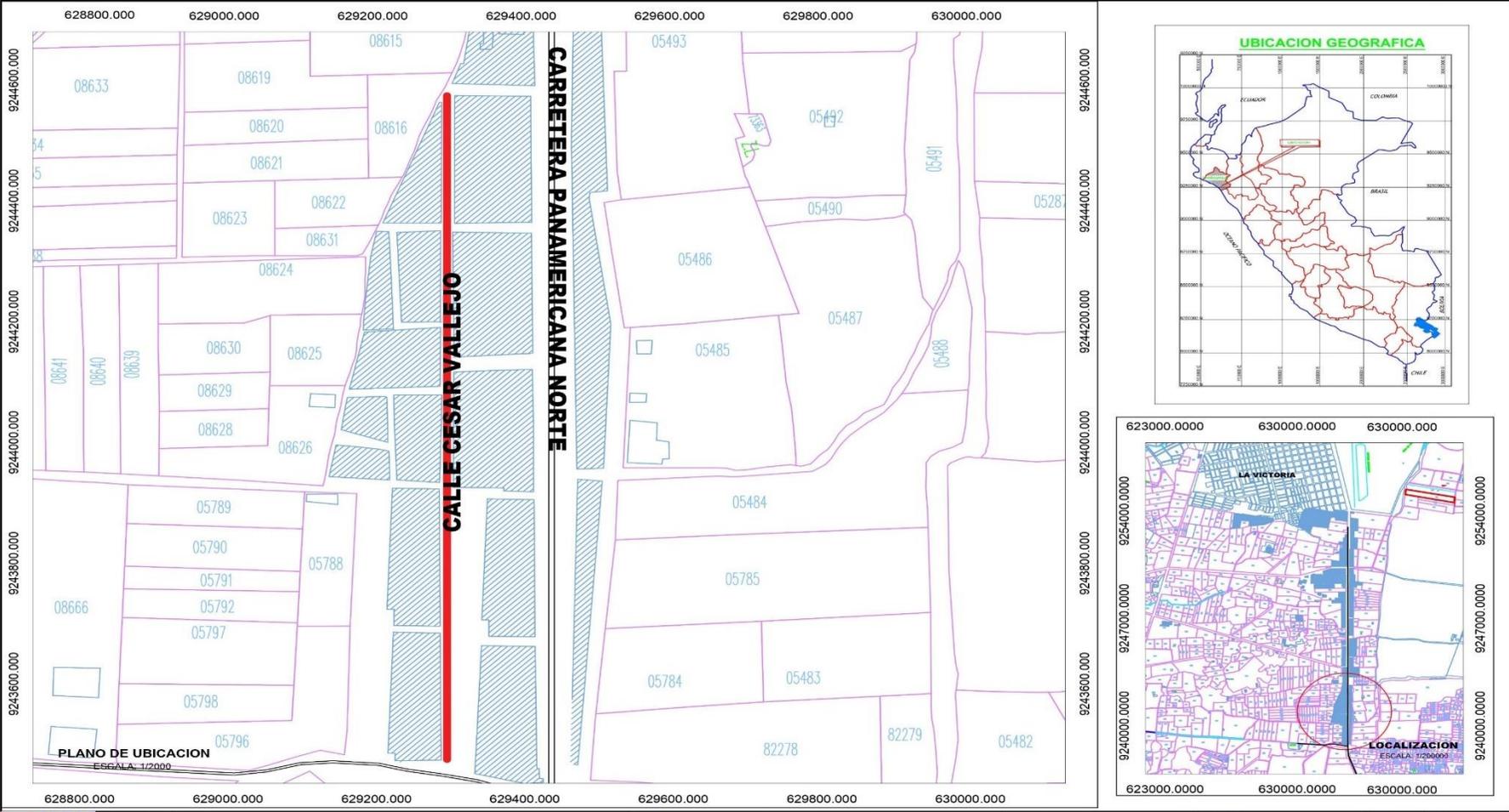
Ensayo Corte Directo	A	B	C	D.Unit	Esfuerzo Cortante kg/cm2
Esfuerzo Normal	Kg/cm <sup>2</sup> 0.50	1.00	1.50	0.00	0
Número del tallador	1.00	2.00	3.00	0.05	0.028392
Peso del tallador	g. 120.00	120.00	120.00	0.10	0.022828
Lado o Diámetro del tallador	cm 5.15	5.15	5.15	1.00	0.268309
Altura del tallador (muestra de ensayo)	cm 2.29	2.29	2.29	2.00	0.219798
Área del tallador	cm <sup>2</sup> 19.56	19.56	19.56	3.00	0.255624
Volumen del tallador	cm <sup>3</sup> 44.79	44.79	44.79	4.00	0.286357
Peso del tallador + muestra hum. Natural	g. 188.00	189.20	187.89	5.00	0.296546
Número de Tara	D-1	D-2	D-3	6.00	0.316924
Peso de tara + muestra húmeda	g. 250.00	250.00	250.00	7.00	0.316924
Peso de tara + muestra seca	g. 243.83	243.92	243.59	8.00	0.316924
Peso de la tara	g. 125.00	125.00	125.00	9.00	0.316924
Contenido de humedad Natural	% 5.19	5.11	5.41	10.00	0.316924
Peso del tallador + muestra hum. Saturada	220.25	221.86	220.84	11.00	0.316924
				12.00	0.396924



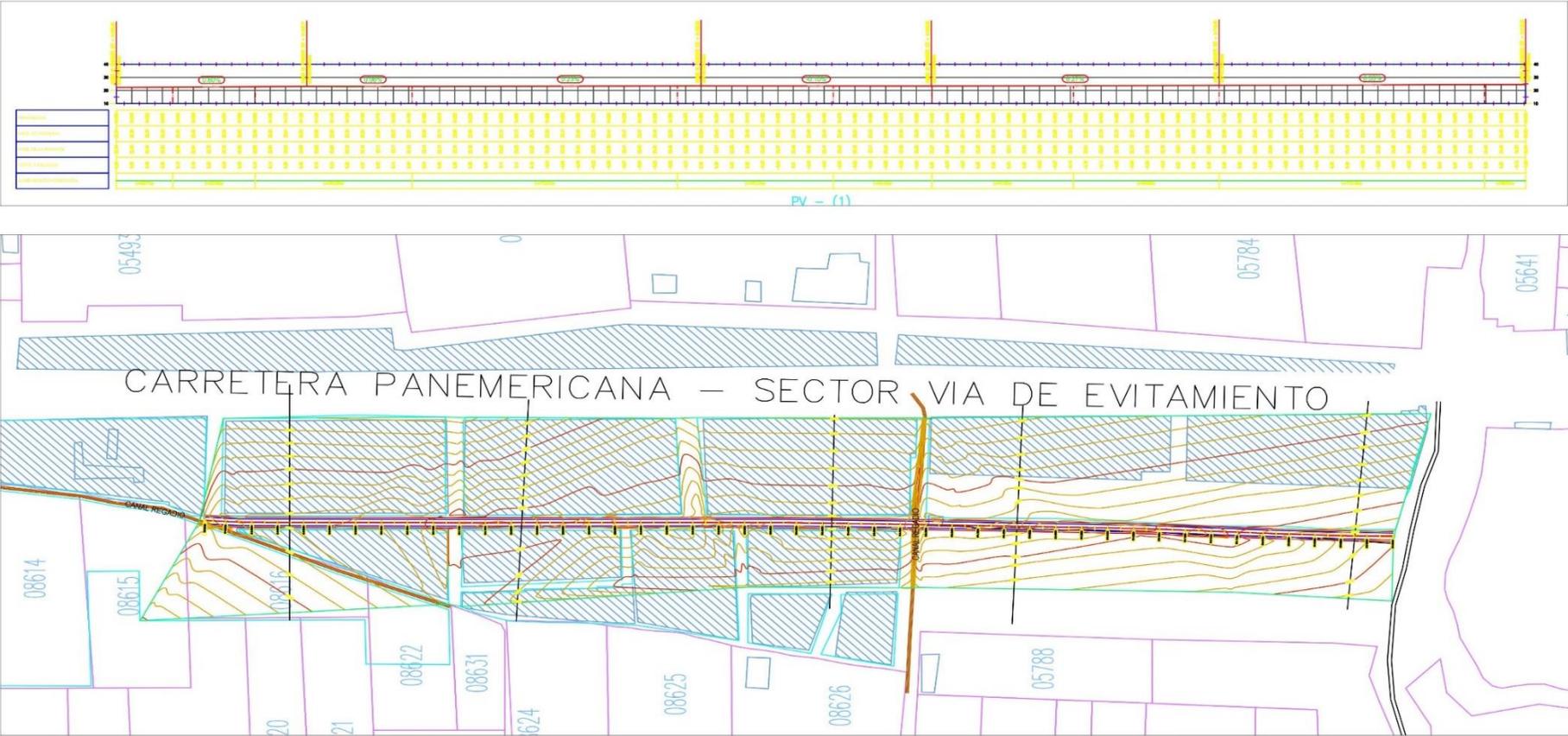
CIMENTA JBM E.I.R.L.  
  
 F. Antonio Barrién González  
 GERENTE TÉCNICO

CIMENTA JBM E.I.R.L.  
  
 Jonathan H. Barturen Manay  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 REG. CIP. N° 232338

ANEXO N°5: Planos y Ubicación



Perfil Longitudinal



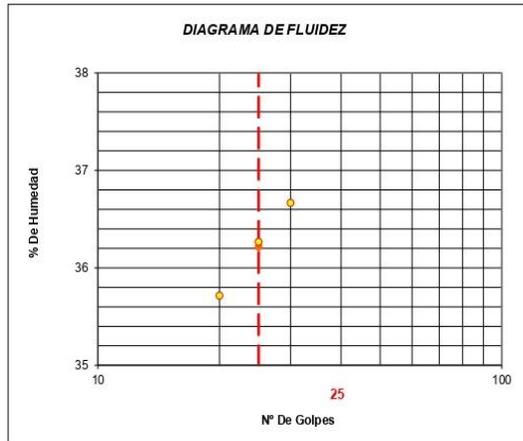
# ANEXO N°6: Ficha técnica Limite de Consistencia

## Ficha Técnica 1

Indicador Límites de consistencia  
 Autor Joseph Valentin Sanchez Gomez  
 Lugar Lambayeque

### LIMITE LIQUIDO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Indice de Plasticidad Ip (%)	
Clasificación SUCS	
Clasificación AASHTO	
Indice de consistencia Ic	

### LIMITE PLASTICO : ASTM D - 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

Expertos		CIP
Apellidos y Nombres	Jonathan Heinsenhawer Barturen Manay	232338
Apellidos y Nombres	Ronald Sialer Valdiviezo	283817
Apellidos y Nombres	Rildo Raul Rique Perez	125734

 CIMENTAJBM E.I.R.L. Jonathan H. Barturen Manay ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES REG. CIP. N° 232338	 Sialer Valdiviezo, Ronald Wualdir INGENIERO CIVIL CIP. 283817	 Rildo Raul Rique Perez INGENIERO CIVIL CIP. N° 125734	0.70
0.65	0.75	0.70	

# ANEXO N°7:: Ficha técnica Ensayo de Proctor

## Ficha Técnica 2

Indicador **Ensayo Proctor**  
 Autor **Joseph Valentin Sanchez Gomez**  
 Lugar **Lambayeque**

### RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557

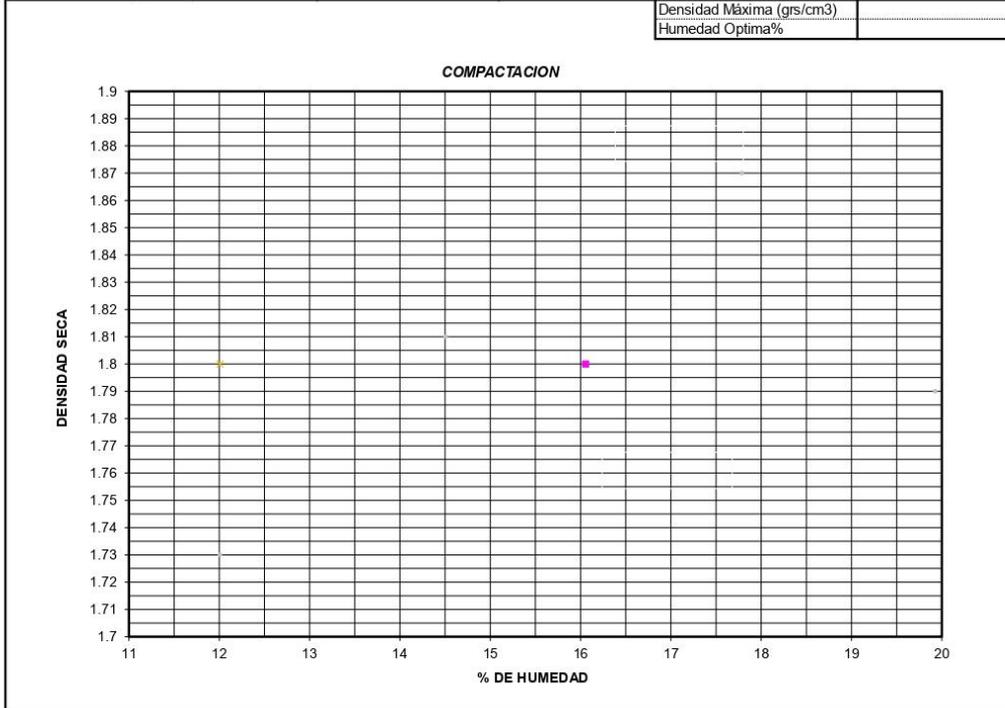
#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)				
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA				
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)				
PESO DEL AGUA (grs)				
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)				
% PROMEDIO				

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %				
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)				
PESO DEL MOLDE (grs)				
PESO DEL SUELO (grs)				
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)				
DENSIDAD SECA (grs/cm3)				

Densidad Máxima (grs/cm3)  
 Humedad Optima%



Expertos		CIP
Apellidos y Nombres	Jonathan Heinsenhawer Barturen Manay	232338
Apellidos y Nombres	Ronald Sialer Valdiviezo	283817
Apellidos y Nombres	Rildo Raul Rique Perez	125734
 CIMENTA 16M E.I.R.L. Jonathan H. Barturen Manay INGENIERO EN INGENIERIA Y MANEJO REG. CIP. N° 232338	 Sialer Valdiviezo, Ronald Wladimir INGENIERO CIVIL CIP: 283817	 Rildo Raul Rique Perez INGENIERO CIVIL CIP. N° 125734
0.75	0.80	0.80
0.78		





## ANEXO N°10 : Ficha Técnica Geotextil No tejido de Polipropileno

# MacTex® N 80.1

## Geotextil No Tejido de Polipropileno

### Características técnicas

El geotextil no tejido MacTex® N 80.1 es elaborado con fibras de polipropileno, mediante un proceso de punzonado por agujas. El geotextil es resistente a la degradación debido a la luz ultravioleta, ataques químicos y biológicos que normalmente se encuentran en los suelos.



Propiedades	Unidad	Método de Ensayo	MARV <sup>(1)</sup>
<b>Mecánicas (Valores mínimos)</b>			
Resistencia a la tracción "Grab Test"	N	ASTM D 4632	1330
Elongación a la tracción "Grab Test"	%	ASTM D 4632	>50
Resistencia al punzonamiento CBR	N	ASTM D 6241	3780
Resistencia al punzonamiento	N	ASTM D 4833	780
Resistencia al estallido "Mullen Burst Test"	kPa	ASTM D 3786	3990
Resistencia al desgarre trapezoidal	N	ASTM D 4533	511
<b>Hidráulicas (Valores máximos)</b>			
Permisividad	s <sup>-1</sup>	ASTM D 4491	1.00
Tamaño de Abertura Aparente (AOS)	mm	ASTM D 4751	0.150
<b>Durabilidad</b>			
Resistencia a los rayos UV	%	ASTM D 4355	70 <sup>(2)</sup>

### Observaciones:

<sup>(1)</sup> Los valores presentados corresponden a la dirección más débil. MARV indica los Valores Mínimos Promedios por rollo. Están calculados como el resultado de restar dos veces el valor de la desviación estándar al de la media estadística o promedio de la población.

<sup>(2)</sup> Después de 500 horas de exposición.

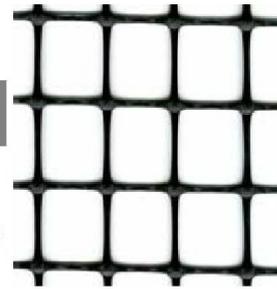
## ANEXO N°11 : Ficha Técnica de la Geomalla Biaxial Extruida

# MacGrid® EGB 20

## Geomalla Biaxial Extruida

### Características técnicas

MacGrid® EGB 20 es una geomalla biaxial extruida de polipropileno, indicada para refuerzo y estabilización de suelos.



Propiedades Físicas	Unidades	Ensayo	EGB 20
Abertura nominal de la malla longitudinal (MD) <sup>(1)</sup>	mm		38
Abertura nominal de la malla transversal (TD) <sup>(1)</sup>	mm		36
Polímero			Polipropileno
Color			negro

Propiedades Mecánicas	Unidades	Ensayo	EGB 20
Resistencia longitudinal a la tracción (MD)	kN/m	ASTM D 6637	20.0
Resistencia transversal a la tracción (TD)	kN/m	ASTM D 6637	20.0
Resistencia longitudinal al 2% de deformación (MD)	kN/m	ASTM D 6637	7.0
Resistencia transversal al 2% de deformación (TD)	kN/m	ASTM D 6637	7.0
Resistencia longitudinal al 5% de deformación (MD)	kN/m	ASTM D 6637	14.0
Resistencia transversal al 5% de deformación (TD)	kN/m	ASTM D 6637	14.0
Eficiencia de las juntas	%	GRI GG2	93
Rigidez Flexural	mg-cm	ASTM D 1388	1,000,000
Espesor mínimo de la costilla Longitudinal (MD)	mm	ASTM D 1777	1.30
Espesor mínimo de la costilla Transversal (TD)	mm	ASTM D 1777	1.00
Estabilidad de las Aperturas	m-N/deg	COE Method	0.70

Presentación del Rollo	Unidades	Ensayo	EGB 20
Ancho del rollo	m		3.95
Largo del rollo	m		50

(1) La tolerancia de las dimensiones de la apertura es de  $\pm 2$ mm.

*Los datos técnicos e informaciones indicadas en la presente hoja técnica están basados en la más recientes informaciones disponibles y pueden estar sujetas a variaciones, debido a modificaciones de los procesos productivos y de la política comercial.*

**MACCAFERRI**  
AMÉRICA LATINA

Maccaferri se reserva el derecho de revisar estas especificaciones en cualquier momento, de acuerdo con las características de los productos fabricados.

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

**9001**

## ANEXO 12 : Certificado de Calibración de Equipos

**CIMENTA JBM E.I.R.L.**  
Servicios Generales de Ingeniería

RUC: 20561140686

Laboratorio de Fuerza y Presión

### Certificado de Calibración

**LFP - C - 042 - 2023**

Consistente con las capacidades de medida y  
Calibración (CMC – MRA)

Página 1 de 4

Expediente	1038731	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Solicitante	Servicios Generales Cimenta	
Dirección	Calle Manuel Seoane N°1082	Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C del MRA elaborado por el CIPM. En el marco del MRA, todos los institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, alcances e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver <a href="http://www.bipm.org">http://www.bipm.org</a> ).  <i>This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see <a href="http://www.bipm.org">http://www.bipm.org</a>).</i>
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL	
Intervalo de Indicaciones	0 kgf a 5 000 kgf (0 kN a 49,03 kN)	
Resolución	0,01 kgf	
Marca	ORION	
Modelo	H3-C3-5.0t-6B	
Número de Serie	5.0t-M2C009126	
Procedencia	NO INDICA	
Clase de Exactitud	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2023-10-15	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.  
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área

Responsable del laboratorio

  
J. Antonio Barúren González  
GERENTE TECNICO

  
Jonathan H. Barturen Manay  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
REG. C.P. N° 232338

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y CONCRETO  
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y LABORATORIO

Calle Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - CEL. 990401751 – Email: [cimentaibm@gmail.com](mailto:cimentaibm@gmail.com)



Hi Joseph Valentin,

Thank you for signing up for a subscription to:  
— **IBM SPSS Statistics Subscription Trial**

Below are your subscription details.

**IBM SPSS Statistics Subscription Trial**

ASR Expiration Date  
January 24, 2024

---

Duration  
30 days

---

Start date  
December 25, 2023

---

End date  
January 24, 2024

---

Customer Account  
Joseph Valentin Sanchez Gomez's Company

### **EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS**

Respetado juez : Usted ha sido seleccionado para evaluar los instrumentos de la tesis titulada “**Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosicadel Norte, Lambayeque-2023**” . La evaluación de estos instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de estos sean utilizados eficientemente ; aportando al que hacer ingeniería . Agradecemos su valiosa colaboración .

#### **1. Datos generales del juez**

Nombre del Juez	Jonathan Heinsenhawer Barturen Manay
Grado profesional	Licenciatura ( X ) Maestría ( ) Doctorado ( )
DNI	45498455
CIP N° :	232338
Áreas de experiencia profesional :	Especialista en suelos y pavimentos
Institución laboral ( Opcional)	-
Tiempo de experiencia profesional en el área :	2 a 4 años ( X ) Más de 5 años ( )

#### **2. Propósito de la evaluación**

Validar el contenido de los siguientes instrumentos , por juicio de expertos .

1. Ficha técnica para la resistencia al corte empleando el Ensayo de corte directo .
2. Ficha técnica para el índice de CBR empleando el Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)
3. Ficha técnica para la Máxima densidad seca y contenido Humedad Óptima empleando el Ensayo Proctor .

### 3. Datos de la escala

<b>Nombre de la prueba</b>	Resistencia al corte Índice de CBR Densidad Máxima del suelo Contenido de Humedad Optima
<b>Autores</b>	Sánchez Gómez Joseph Valentín
<b>Procedencia</b>	Departamento de Lambayeque
<b>Administración</b>	Sánchez Gómez Joseph Valentín
<b>Tiempo de aplicación</b>	2 meses
<b>Ámbito de aplicación</b>	Aplicación con Geosintéticos
<b>Significación</b>	La presente escala esta compuesta por las siguientes dimensiones propiedades mecánicas y propiedades físicas. Estas a su vez se subdividen en Indicadores, tales como Resistencia al corte , Índice de CBR , Densidad máxima del suelo y contenido de Humedad , esta será de tipo de “Razón ” . El objetivo de estas mediciones es poder determinar el beneficio de la aplicación de los Geosintéticos en el pavimento por medio de la interpretación de la variación de sus propiedades mecánicas y físicas .

### 4. Soporte Teórico

<u>Escala /AREA</u>	<u>Subescala (dimensiones)</u>	<u>Definición</u>
Comportamiento mecánico y físico de la subrasante	Comportamiento mecánico	Se refiere al comportamiento y resistencia bajo cargas y deformaciones
	Comportamiento físico	Cambios que presentan todo tipo de material, las cuales son esenciales ya que de eso depende las variaciones

## 5. Presentación de Instrucciones para el juez

A continuación , se le presenta el cuestionario de evaluación de los instrumentos de la tesis titulada “**Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosicadel Norte, Lambayeque-2023**” elaborado por Joseph Valentin Sanchez Gomez en el año 2023 . De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los items según corresponda .

<b>Categoría</b>	<b>Calificación</b>	<b>Indicador</b>
<b>CLARIDAD</b> El item se comprende fácilmente , es decir , su sintactica y semantica son adecuadas	1. No cumple con el criterio	El item no es claro
	2. Bajo Nivel	El item requiere bastante modificaciones o una modifaicon muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenacion de estas .
	3. Moderado Nivel	Se requiere una modificacion muy especifica de algunos de los terminos del item .
	4. Alto nivel	El item es claro , tiene semantica y sintaxis adecuada .
<b>COHERENCIA</b> El item tiene relacion logica con la dimension o indicador que esta midiendo .	1. Totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El item no tiene relacion logica con la dimension
	2. Desacuerdo ( bajo nivel de acuerdo)	El item tiene una relacion tangencial / lejana con la dimension .
	3. Acuerdo ( moderado nivel )	El item tiene una relacion moderada con la dimension que se esta midiendo .
	4. Totalmente de Acuerdo (Alto nivel )	El item se encuentra esta relacionado con la dimension que esta midiendo .
<b>RELEVANCIA</b> El item es esencial o importante , es decir debe ser incluido .	1.No cumple con el criterio	El item puede ser eliminado sin que se vea afectada la medicion de la dimension .
	2.Bajo Nivel	El item tiene alguna relevancia , pero otro item puede estar incluyendo lo que mide este .
	3.Moderado Nivel	El item es relativamente importante .
	4. Alto nivel	El item es muy relevante y debe ser incluido .

## 6. Dimensiones del Instrumento

- **Primera dimension** : Comportamiento mecánico

-**Objetivo de la Dimensión:** Determinar de qué manera la aplicación de Geosintéticos influye en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante.

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Resistencia al corte (kg/cm <sup>2</sup> )	F°1	3	3	3	
Indice de CBR (%)	F°2	4	3	3	

-**Segunda Dimension** : Propiedades Físicas

-**Objetivos de la Dimension** : Determinar de qué manera la aplicación de Geosintéticos influye en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante.

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Densidad Maxima del suelo (g/cm <sup>3</sup> )	F°3	4	3	3	
Contenido Humedad Optima (%)	F°4	3	3	3	

  
CIMENTA JBM E.I.R.L.  
F. Antonio Barturen Gonzalez  
GERENTE TECNICO

  
CIMENTA JBM E.I.R.L.  
Jonathan H. Barturen Manay  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
REG. CIP. N° 232338

## EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado juez : Usted ha sido seleccionado para evaluar los instrumentos de la tesis titulada “**Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosicadel Norte, Lambayeque-2023**” . La evaluación de estos instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de estos sean utilizados eficientemente ; aportando al que hacer ingeniería . Agradecemos su valiosa colaboración .

### 4. Datos generales del juez

Nombre del Juez	Ronald Sialer Valdivieso
Grado profesional	Licenciatura ( X ) Maestría ( ) Doctorado ( )
DNI	75520573
CIP N° :	283817
Áreas de experiencia profesional :	Construcción y Pavimentos
Institución laboral ( Opcional)	-
Tiempo de experiencia profesional en el área :	2 a 4 años ( X ) Más de 5 años ( )

### 5. Propósito de la evaluación

Validar el contenido de los siguientes instrumentos , por juicio de expertos .

1. Ficha técnica para la resistencia al corte empleando el Ensayo de corte directo .
2. Ficha técnica para el índice de CBR empleando el Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)
3. Ficha técnica para la Máxima densidad seca y contenido Humedad Óptima empleando el Ensayo Proctor .

## 6. Datos de la escala

<b>Nombre de la prueba</b>	Resistencia al corte Índice de CBR Densidad Máxima del suelo Contenido de Humedad Optima
<b>Autores</b>	Sánchez Gómez Joseph Valentín
<b>Procedencia</b>	Departamento de Lambayeque
<b>Administración</b>	Sánchez Gómez Joseph Valentín
<b>Tiempo de aplicación</b>	2 meses
<b>Ámbito de aplicación</b>	Aplicación con Geosintéticos
<b>Significación</b>	La presente escala esta compuesta por las siguientes dimensiones propiedades mecánicas y propiedades físicas. Estas a su vez se subdividen en Indicadores, tales como Resistencia al corte , Índice de CBR , Densidad máxima del suelo y contenido de Humedad , esta será de tipo de “Razón ” . El objetivo de estas mediciones es poder determinar el beneficio de la aplicación de los Geosintéticos en el pavimento por medio de la interpretación de la variación de sus propiedades mecánicas y físicas .

## 4. Soporte Teórico

<u>Escala /AREA</u>	<u>Subescala (dimensiones)</u>	<u>Definición</u>
Comportamiento mecánico y físico de la subrasante	Comportamiento mecánico	Se refiere al comportamiento y resistencia bajo cargas y deformaciones
	Comportamiento físico	Cambios que presentan todo tipo de material, las cuales son esenciales ya que de eso depende las variaciones

## 5. Presentación de Instrucciones para el juez

A continuación, se le presenta el cuestionario de evaluación de los instrumentos de la tesis titulada “**Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosicadel Norte, Lambayeque-2023**” elaborado por Joseph Valentin Sanchez Gomez en el año 2023 . De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los items según corresponda .

<b>Categoría</b>	<b>Calificación</b>	<b>Indicador</b>
<b>CLARIDAD</b> El item se comprende fácilmente , es decir , su sintactica y semantica son adecuadas	1. No cumple con el criterio	El item no es claro
	2. Bajo Nivel	El item requiere bastante modificaciones o una modifaicion muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenacion de estas .
	3. Moderado Nivel	Se requiere una modificacion muy especifica de algunos de los terminos del item .
	4. Alto nivel	El item es claro , tiene semantica y sintaxis adecuada .
<b>COHERENCIA</b> El item tiene relacion logica con la dimension o indicador que esta midiendo .	1. Totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El item no tiene relacion logica con la dimension
	2. Desacuerdo ( bajo nivel de acuerdo)	El item tiene una relacion tangencial / lejana con la dimension .
	3. Acuerdo ( moderado nivel )	El item tiene una relacion moderada con la dimension que se esta midiendo .
	4. Totalmente de Acuerdo (Alto nivel )	El item se encuentra esta relacionado con la dimension que esta midiendo .
<b>RELEVANCIA</b> El item es esencial o importante , es decir debe ser incluido .	1.No cumple con el criterio	El item puede ser eliminado sin que se vea afectada la medicion de la dimension .
	2.Bajo Nivel	El item tiene alguna relevancia , pero otro item puede estar incluyendo lo que mide este .
	3.Moderado Nivel	El item es relativamente importante .
	4. Alto nivel	El item es muy relevante y debe ser incluido .

## 6. Dimensiones del Instrumento

- **Primera dimension** : Comportamiento mecánico

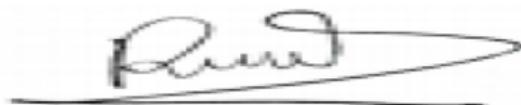
-**Objetivo de la Dimensión:** Determinar de qué manera la aplicación de Geosintéticos influye en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante.

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Resistencia al corte (kg/cm <sup>2</sup> )	F°1	3	3	3	-
Indice de CBR (%)	F°2	4	3	3	-

-**Segunda Dimension** : Propiedades Físicas

-**Objetivos de la Dimension** : Determinar de qué manera la aplicación de Geosintéticos influye en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante.

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Densidad Maxima del suelo (g/cm <sup>3</sup> )	F°3	4	3	3	-
Contenido Humedad Optima (%)	F°4	3	3	3	-



Sialer Valdivieso, Ronald Wualdir



INGENIERO CIVIL

CIP: 283817

## EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado juez : Usted ha sido seleccionado para evaluar los instrumentos de la tesis titulada **“Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosicadel Norte, Lambayeque-2023”** . La evaluación de estos instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de estos sean utilizados eficientemente ; aportando al que hacer ingeniería . Agradecemos su valiosa colaboración .

### 7. Datos generales del juez

Nombre del Juez	Rildo Raul Rique Perez
Grado profesional	Licenciatura ( X ) Maestría ( ) Doctorado ( )
DNI	09921844
CIP N° :	125734
Áreas de experiencia profesional :	Ingeniero Civil / Pavimentos
Institución laboral ( Opcional)	-
Tiempo de experiencia profesional en el área :	2 a 4 años ( X ) Más de 5 años ( )

### 8. Propósito de la evaluación

Validar el contenido de los siguientes instrumentos , por juicio de expertos .

1. Ficha técnica para la resistencia al corte empleando el Ensayo de corte directo .
2. Ficha técnica para el índice de CBR empleando el Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)
3. Ficha técnica para la Máxima densidad seca y contenido Humedad Óptima empleando el Ensayo Proctor .

## 9. Datos de la escala

<b>Nombre de la prueba</b>	Resistencia al corte Índice de CBR Densidad Máxima del suelo Contenido de Humedad Optima
<b>Autores</b>	Sánchez Gómez Joseph Valentín
<b>Procedencia</b>	Departamento de Lambayeque
<b>Administración</b>	Sánchez Gómez Joseph Valentín
<b>Tiempo de aplicación</b>	2 meses
<b>Ámbito de aplicación</b>	Aplicación con Geosintéticos
<b>Significación</b>	La presente escala esta compuesta por las siguientes dimensiones propiedades mecánicas y propiedades físicas. Estas a su vez se subdividen en Indicadores, tales como Resistencia al corte , Índice de CBR , Densidad máxima del suelo y contenido de Humedad , esta será de tipo de “Razón ” . El objetivo de estas mediciones es poder determinar el beneficio de la aplicación de los Geosintéticos en el pavimento por medio de la interpretación de la variación de sus propiedades mecánicas y físicas .

## 4. Soporte Teórico

<u>Escala /ÁREA</u>	<u>Subescala (dimensiones)</u>	<u>Definición</u>
Comportamiento mecánico y físico de la subrasante	Comportamiento mecánico	Se refiere al comportamiento y resistencia bajo cargas y deformaciones
	Comportamiento físico	Cambios que presentan todo tipo de material, las cuales son esenciales ya que de eso depende las variaciones

## 5. Presentación de Instrucciones para el juez

A continuación , se le presenta el cuestionario de evaluación de los instrumentos de la tesis titulada “**Comportamiento mecánico y físico de la subrasante en las vías urbanas con aplicación de Geosintéticos, C.P Chosicadel Norte, Lambayeque-2023**” elaborado por Joseph Valentin Sanchez Gomez en el año 2023 . De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda .

<b>Categoría</b>	<b>Calificación</b>	<b>Indicador</b>
<b>CLARIDAD</b> El ítem se comprende fácilmente , es decir , su sintáctica y semántica son adecuadas	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastante modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado Nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem .
	4. Alto nivel	El ítem es claro , tiene semántica y sintaxis adecuada .
<b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo .	1. Totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión
	2. Desacuerdo ( bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial / lejana con la dimensión .
	3. Acuerdo ( moderado nivel )	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se esta midiendo .
	4. Totalmente de Acuerdo (Alto nivel )	El ítem se encuentra esta relacionado con la dimensión que esta midiendo .
<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante , es decir debe ser incluido .	1.No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2.Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia , pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide este .
	3.Moderado Nivel	El ítem es relativamente importante .
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido .

## 6. Dimensiones del Instrumento

- **Primera dimension** : Comportamiento mecánico

-**Objetivo de la Dimensión:** Determinar de qué manera la aplicación de Geosintéticos influye en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante.

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Resistencia al corte (kg/cm <sup>2</sup> )	F°1	3	3	3	-
Indice de CBR (%)	F°2	4	3	3	-

-**Segunda Dimension** : Propiedades Físicas

-**Objetivos de la Dimension** : Determinar de qué manera la aplicación de Geosintéticos influye en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante.

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Densidad Maxima del suelo (g/cm <sup>3</sup> )	F°3	4	3	3	-
Contenido Humedad Optima (%)	F°4	3	3	3	-

  
Rildo Raúl Rique Pérez  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 125734  
