



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532 Barranca, 2022

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Ortiz Jaimes, Samuel Gilber ([orcid.org/0000-0002-3647-027X](https://orcid.org/0000-0002-3647-027X))

**ASESOR:**

Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario ([orcid.org/0000-0001-6774-8839](https://orcid.org/0000-0001-6774-8839))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

*Probablemente en este día no conciban la magnitud de mis palabras, no obstante, para cuando sean capaces de comprenderlas quiero que se den cuenta de lo que verdaderamente significan para mí.*

*Son la fuerza y motivación que me orienta en cada viaje a esforzarme por el presente y el futuro, son mi principal motivación.*

*Como en todos mis éxitos, en este han estado presente, muchas gracias esposa Leidy e hijos Joaquin y Luhanna.*

*Samuel Gilber, Ortiz Jaimes*

## **Agradecimiento**

*Quiero agradecer profundamente al ingeniero Santisteban por el tiempo dedicado y los conocimientos brindados durante todo el proceso de la investigación.*

*También quiero extender mi agradecimiento a mis padres por darme la vida y enseñarme a vivirla con dignidad.*

*Por último y no por eso menos importante, quiero agradecer a todos mis familiares y amigos por enseñarme a ser mejor persona cada día.*

*Samuel Gilber, Ortiz Jaimes*

## Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	22
3.1 Tipo y diseño de investigación	22
3.2 Variables y operacionalización	23
3.3 Población, muestra y muestreo	23
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5 Procedimientos	25
3.6 Método de análisis de datos	26
3.7 Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS	48

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Número de calicatas para exploración de suelos.....	12
<b>Tabla 2.</b> Número de Ensayos MR y CBR.....	12
<b>Tabla 3.</b> Gradación A-1 del material de afirmado.....	13
<b>Tabla 4.</b> Clasificación del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3.....	29
<b>Tabla 5.</b> Porcentaje de expansión del suelo de la calicata C-1 con y sin geocelda ..	34
<b>Tabla 6.</b> Porcentaje de expansión del suelo de la calicata C-2 con y sin geocelda ..	34
<b>Tabla 7.</b> Porcentaje de expansión del suelo de la calicata C-3 con y sin geocelda ..	34
<b>Tabla 8.</b> Presupuesto de vía no pavimentada sin geocelda.....	35
<b>Tabla 9.</b> Presupuesto de vía no pavimentada con geocelda .....	36

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1.</b> Placa para medir expansión de la muestra saturada.....	18
<b>Figura 2.</b> Estructura de una geocelda.....	19
<b>Figura 3.</b> Confinamiento celular.....	20
<b>Figura 4.</b> Estructura del pavimento.....	20
<b>Figura 5.</b> Mecanismo de refuerzo en pavimentos.....	21
<b>Figura 6.</b> Humedad promedio del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3.....	27
<b>Figura 7.</b> Límites de atterberg del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 .....	28
<b>Figura 8.</b> Granulometría del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 .....	28
<b>Figura 9.</b> Curva granulométrica del suelo de la calicata C-1 .....	29
<b>Figura 10.</b> Curva granulométrica del suelo de la calicata C-2 .....	30
<b>Figura 11.</b> Curva granulométrica del suelo de la calicata C-3 .....	30
<b>Figura 12.</b> Densidad máxima del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3.....	31
<b>Figura 13.</b> Humedad óptima del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3.....	31
<b>Figura 14.</b> CBR del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3.....	32
<b>Figura 15.</b> Desgaste Los Ángeles del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 .....	32
<b>Figura 16.</b> CBR del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 con y sin geocelda .....	33

## Resumen

En la presente investigación titulada “Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, Ruta LM-532- Barranca, 2022”, el objetivo principal fue evaluar el comportamiento del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas, las cuales eran de clase B, con la finalidad de verificar el incremento la capacidad portante, la reducción de la expansión y el incremento del costo de inversión. Debido a la naturaleza estudio se utilizó el enfoque cuantitativo y la metodología de la investigación fue de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental. La población estaba conformada por el suelo de subrasante de la ruta LM-532, tramo: Virgen de Las Mercedes - Bocanal - Micaela Bastidas de Barranca, y la muestra estaba conformada por el suelo de extraído de las calicatas.

Se obtuvo como resultado que el uso de geoceldas incrementó el CBR del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 en 30.54%, 54.75% y 90.41%, respectivamente, redujo el porcentaje de expansión del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 en 86.27%, 75.28% y 44.72%, respectivamente, e incrementó el costo directo para la construcción de la vía no pavimentada en un 8.37%, por lo tanto se llegó a la conclusión que el suelo de subrasante de la vía no pavimentada mejoraba su comportamiento al ser reforzado con geoceldas, sin embargo esta alternativa incrementaba el costo de inversión.

Palabras clave: CBR, geocelda, vía no pavimentada, afirmado.

## **Abstract**

In the present investigation entitled "Evaluation of soil behavior with the application of geocells in unpaved roads, Route LM-532- Barranca, 2022", the main objective was to evaluate the behavior of the subgrade soil of the unpaved road in Supe - Barranca - Lima with and without geocells, which were of class B, to verify the increase in bearing capacity, the reduction of expansion and the increase in the investment cost. Due to the nature of the study, a quantitative approach was used, and the research methodology was applied, with an explanatory level and experimental design. The population consisted of the subgrade soil of route LM-532, section: Virgen de Las Mercedes - Bocanal - Micaela Bastidas de Barranca, and the sample consisted of the soil extracted from the test pits.

It was obtained as a result that the use of geocells increased the CBR of the C-1, C-2 and C-3 soil by 30.54%, 54.75% and 90.41%, respectively, reduced the soil expansion percentage of the C-1, C-2 and C-3 soil by 86.27%, 75.28% and 44.72%, respectively, and increased the direct cost for the construction of the unpaved road by 8.37%, therefore it was concluded that the subgrade soil of the unpaved road improved its performance when reinforced with geocells, however this alternative increased the investment cost.

Keywords: CBR, geocell, unpaved roads, affirmed



## I. INTRODUCCIÓN

La mejora del suelo suele ser un requisito previo para la construcción en suelos débiles, ya que mejora las cualidades de estos para ser utilizados con diversos fines en la ingeniería civil, por ello cuando el comportamiento de la masa de relleno o del suelo subyacente no cumple con los estándares de diseño especificados, se aplican procedimientos de mejora del suelo. El suelo de subrasante es un componente importante del pavimento porque sirve de soporte para dicha estructura, por ello las propiedades de los suelos para subrasante son importantes ya que permiten determinar el espesor del pavimento.

Los geosintéticos en forma de confinamiento tridimensional, denominados geoceldas, se han popularizado recientemente en la construcción de pavimentos y cimientos debido a sus ventajas sobre el refuerzo plano bidimensional. La soldadura ultrasónica de láminas de polietileno de alta densidad o láminas de aleación polimérica novedosa con perforaciones para interconectar partículas de suelo crea las geoceldas (Chitrachedu y Kolathayar, 2020). Este material se utiliza para evitar que los bloques se aglomeren en el área, aumentando la capacidad portante del suelo - CBR, facilitando el acceso de vehículos pesados.

El uso de la geoceldas es una técnica ampliamente aplicada en ingeniería civil para controlar la erosión de taludes, canales y defensas fluviales, para estabilizar y reforzar losas de pavimento, y otras innovaciones tecnológicas. La capacidad portante del suelo es una característica relevante que debe tenerse en cuenta al diseñar estructuras de pavimentación, por lo tanto el uso de geoceldas es una alternativa para mejorar suelos de bajo soporte, ya que ofrece una serie de beneficios al ser utilizado en la estabilización de estos suelos, además que está ampliamente disponible en el mercado, instalación y ventajas económicas al reducir el espesor de las capas de material granular.

En el curso de la urbanización, la escasez de tierra ha llevado a la tecnología a cambiar su enfoque hacia la construcción sobre tierra desechada o vertederos que tienen una

capacidad de carga muy baja y alta compresibilidad, para permitir la construcción sobre tales terrenos, el suelo debe ser estabilizado y reforzado adecuadamente. Las técnicas de mejora del terreno son un intento de modificar el terreno existente mejorando sus propiedades de ingeniería, por ello han surgido muchas innovaciones para controlar el asentamiento del subsuelo, así como para aumentar su capacidad de carga, de modo que estas tierras que de otro modo estarían abandonadas puedan utilizarse potencialmente. Pero el objetivo importante radica en seleccionar el método más adecuado y económico para mejorar la capacidad de carga del suelo sin sacrificar la seguridad y la confiabilidad. Una de esas formas de mejorar la resistencia del suelo subyacente es mediante el uso de geosintéticos (Chitrachedu y Kolathayar, 2020).

El 80 % de las vías de bajo volumen vehicular son vías con superficie de rodadura natural sin tratamiento alguno, por lo que se requiere aumentar la capacidad de soporte de los suelos naturales mediante los diferentes tipos de estabilizaciones, y actualmente las geoceldas a nivel mundial vienen siendo utilizados para reforzar el suelo de subrasante con la finalidad de usar este suelo como capa de rodadura en carreteras no pavimentadas, ya que las geoceldas permiten incrementar el CBR de cualquier tipo de suelo. Las carreteras no pavimentadas son aquellas donde se tiene un bajo volumen vehicular, conformadas por una capa de partículas que constituyen la superficie de rodadura (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008).

Ante este contexto, la presente investigación se centró en evaluar el comportamiento de un suelo de subrasante al ser estabilizado mediante el uso de geoceldas. La zona de estudio estaba ubicada en el distrito de Supe, provincia de Barranca, región Lima Provincias, ya que el suelo de subrasante estudiado estuvo comprendido entre el km 3+000 y el km 8+000 de la ruta LM 532, la cual iniciaba en Virgen de Las Mercedes (Norte: 8,809,093.24; Este: 211,398.72) y terminaba en Micaela Bastidas (Norte: 8,809,531.99; Este: 219,857.57), donde ambas coordenadas geográficas est ubicadas en la zona 18 Sur según el sistema UTM WGS-84.

Topográficamente comienza a altura de 45 msnm (Km 0+000) y finaliza a la altura de 308 msnm (Km 13+970) llegando en el punto final se ubica en L.D. Ancash (Micaela

Bastidas). De acuerdo a la evaluación que se realizó a la ruta en la red vial de la provincia de Barranca, se optó intervenir en el proyecto de investigación de código según el clasificador de rutas (D.S. N°011-2016-MTC) Ruta N°LM-532. Trayectoria: Emp. LM-529 (Virgen de Las Mercedes) - Bocanal - Micaela Bastidas, debido a que tenía zonas críticas y no tenía ninguna intervención realizada por el sector público, razón por la cual actualmente se encuentra en completo estado de abandono, siendo una de las rutas de mayor tránsito y por la cual circulan vehículos de carga y pasajeros de los agricultores de la zona hacia la capital.

Por ello se planteó como problema general: ¿Cómo se comporta el suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas?, y como problemas específicos: ¿Cuál es el valor del CBR del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas?, ¿Cuál es el valor de la expansión del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas?, ¿Cuál es el costo de inversión para construir la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas?

Respecto a la justificación, se consideró que la investigación tenía Justificación teórica, ya que el propósito era aportar nuevos conocimientos en la estabilización de suelos de subrasante utilizando geoceldas para obtener mejores resultados al realizar este tipo de estabilización, Justificación metodológica, debido a que se elaboraron los instrumentos necesarios para la medición del comportamiento del suelo estabilizado con geoceldas con la finalidad de precisar en qué medida el uso de geoceldas mejora las características del suelo sin estabilizar, Justificación económica, ya que al realizar el reforzamiento de las vías no pavimentadas se contribuía a que estas se mantengan en condiciones favorables para los conductores y la población, evitando mayores gastos en su mantenimiento.

Para responder las preguntas planteadas en esta investigación, se fijó como objetivo general: Evaluar el comportamiento del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas, y como objetivos específicos: Determinar el valor del CBR del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe

- Barranca - Lima con y sin geoceldas, Determinar la expansión del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas, Determinar el costo de inversión para construir la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas.

Así mismo, se planteó como hipótesis general: El empleo de geoceldas mejora el comportamiento del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca – Lima, y como hipótesis específicas: El empleo de geoceldas incrementa el valor del CBR del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca – Lima, El empleo de geoceldas disminuye la expansión del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca – Lima, El empleo de geoceldas eleva el costo de inversión para la construcción de la vía no pavimenta en Supe - Barranca – Lima.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

Tavakoli y Motarjemi (2018) en su investigación experimental realizada en el Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Kharazmi, Teherán, Irán, establecieron como objetivo investigar la influencia de las propiedades físicas del suelo en las propiedades interfaciales de los suelos granulares reforzados con geoceldas, aplicaron pruebas de características de cizallamiento movilizadas en el plano de corte, incluido el ángulo de fricción, el ángulo de dilatación y la cohesión aparente. Obtuvieron como resultado que el esfuerzo cortante se redujo a una cantidad específica de resistencia al cizallamiento residual, el porcentaje de crecimiento de la resistencia al cizallamiento máximo de la interfaz, promovido por el refuerzo Geocell para densidades relativas de 50 y 70%, estaba en el rango de 3-37 y 0.9-6.8, respectivamente, el avance de la relación de aspecto de grano de 2 a 4 mejoró la resistencia al cizallamiento movilizada en la interfaz alrededor del 5-25% en estado no reforzado y 12-35% en estado reforzado. Se concluyó que la resistencia al cizallamiento en la interfaz Geocell-soil se incrementó al aumentar el tamaño de grano medio y la densidad relativa del suelo.

Dabiryan et al. (2017) en su investigación experimental realizada en el Departamento de Ingeniería Textil, Universidad Tecnológica de Amirkabir, Teherán, Irán, fijaron como objetivo investigar el efecto de los elementos constitutivos de las capas de geotextil en la capacidad portante del suelo reforzado con geoceldas. Usaron geoceldas de diferentes geometrías a partir de capas de poliéster no tejido formadas por fibras de diversas secciones transversales, aplicaron pruebas del efecto de la sección transversal de la fibra, el efecto de la altura de la geocelda y el efecto del tamaño de bolsillo de la geocelda. Obtuvieron como resultado con la muestra R50-T50 valores más altos en presión y módulo de tracción siendo igual a 120 kPa y 8.3 MPa respectivamente, la capacidad de carga del suelo reforzado aumento de 200 kPa, 400kPa y 600kPa al aumentar la altura de la geocelda de 25 mm, 50 mm y 75 mm, al aumentar el diámetro de la bolsa de geoceldas, disminuye la capacidad de carga de la

arena reforzada. Se concluyó que las geoceldas formadas por capas hechas de fibras con diferentes secciones transversales mostraron un mejor rendimiento que las geoceldas formadas por capas hechas de fibras con secciones transversales uniformes.

Tavakoli, Behrad y Moghaddas (2019) en su investigación experimental realizada en el departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Kharazmi, Teherán, Irán, fijaron como objetivo comprender el comportamiento del suelo reforzado con geocélulas. Usaron cuatro tamaños diferentes de granos de suelo, dos tamaños de abertura de geoceldas diferentes y tres tamaños diferentes de placa de carga, aplicaron geometría del banco de pruebas, sistema de carga, compactación de relleno, programa de pruebas, Obtuvieron como resultado que el aumento del tamaño de la placa de carga permitió mejorar la capacidad de carga, la capacidad de carga de la cimentación no reforzada ha aumentado a medida que aumentaba el tamaño de grano medio de los rellenos, el refuerzo de geoceldas podría fortalecer el relleno no reforzado hasta 5,24 veces y la tendencia de las variaciones de la capacidad de carga en todas las condiciones era incrementar a medida que se ampliaban las placas de carga. Se concluyó que los refuerzos con geoceldas eran muy prometedores como un método sólido para mejorar la capacidad de carga de los cimientos en comparación con los cimientos no reforzado hasta 5,24 veces y cuanto mayor sea el tamaño de grano medio, menor será la relación de capacidad de carga.

Avesani (2019) en su investigación experimental realizada en la Escuela Politécnica, Universidad de São Paulo, São Paulo, Brasil, fijaron como objetivo determinar los asentamientos superficiales de la capa de suelo reforzado con geoceldas y las tensiones verticales propagadas a la subrasante de cimentación en la interfaz de capas, en la subrasante. Se aplicó una prueba de carga de placa de campo instrumentada que permitió la determinación del módulo de deformación de la capa de suelo reforzado con geoceldas mediante análisis retro y las tensiones verticales propagadas a la subrasante. Obtuvieron como resultado una capa con un módulo de deformación de 5,9 MPa y una relación de Poisson de 0,45 debe tener 653 mm de

espesor para tener una equivalencia estructural de una capa de 150 mm con un módulo de deformación de 575,2 MPa y una relación de Poisson de 0,25. Con los resultados se concluye que la teoría de sistemas de dos capas a partir de teorías de elasticidad y espesores equivalentes se puede utilizar de una manera simple y eficiente para determinar asentamientos y la propagación de tensiones verticales.

Song et al. (2021) en su investigación experimental realizada en la escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Tecnología del Norte de China, Beijing, China, fijaron como objetivo proponer un método de refuerzo de suelo compuesto para apoyar el crecimiento de la vegetación y mejorar la estabilidad de la pendiente utilizando estructuras de geoceldas y paja de trigo. Se aplicó pruebas para la evaluación de la intensidad de las precipitaciones, la inclinación de las pendientes y el tamaño de las geoceldas sobre la erosión del suelo. Obtuvieron como resultado que los taludes reforzados con geoceldas conservaron una buena integridad, pero el talud desnudo manifestó grietas horizontales, la erosión del suelo fue menor de 40 g y mayor de 4000 g bajo las intensidades de lluvia de 50 mm/h y 100 mm/h, el mayor desplazamiento de pendiente fue de 2,5 mm y 7,5 mm, respectivamente, las pendientes empinadas mostraron una mayor erosión del suelo de 5000 g y un mayor desplazamiento de 8 cm, en comparación con 4500 g y 5,5 cm para pendientes suaves. Se concluyó que el talud reforzado con geoceldas pequeñas de pequeña inclinación y baja intensidad de lluvia presenta la mejor estabilidad.

Inti y Tandom (2021) en su investigación experimental realizada en el departamento de Tecnología, Universidad Estatal de Illinois, Normal II USA, fijaron como objetivo investigar el uso de bases reforzadas con geoceldas en carreteras de bajo volumen a través de pruebas de laboratorio y FEA a gran escala. Aplicaron un modelo predictivo para estimar el módulo de la capa de geocelda manejando resultados de laboratorio y análisis de elementos finitos y una configuración de pruebas de laboratorio a gran escala que replica una sección de carretera típica para examinar el rendimiento de la capa reforzada con geoceldas en comparación con la de las carreteras no reforzadas. Obtuvieron como resultado que el refuerzo de geocelda proporciona un rendimiento

mejorado y reduce la tensión en un 29% (a ~ 67 kPa), el módulo de la capa base agregada que reduce la tensión en la subrasante en un 29%, este valor calculado será equivalente al módulo de la capa de geocelda. En resumen; el refuerzo de la geocelda mejora efectivamente la resistencia de la capa base, con un aumento en el módulo de hasta 7 veces dependiendo del módulo del material de relleno, la altura de la geocelda, el espesor de la cubierta, etc.

Li et al. (2021) en su estudio de investigación experimental realizado en el Centro de Investigación de Pavimentos de Carreteras y Aeropuertos, Escuela de Carreteras, Universidad de Chang'an, Xi'an, Shaanxi, República Popular China, fijaron como objetivo proponer el uso de la base compuesta de residuos de construcción recuperados (RCW) reforzada con geoceldas (GR). Aplicaron pruebas de carga de placas a gran escala donde se evaluó la propiedad mecánica de una sola muestra de GR RCW y el Método de Elementos Finitos (FEM) para el análisis mecánico del pavimento asfáltico de base recuperada (RBAP) de GR. Obtuvieron como resultado que la deformación alcanzó  $2.11 \times 10^{-3}$  ( $\epsilon_B$ ) entonces la tensión de la muestra en la geocelda alcanzó la tensión límite, con ladrillo al 20% el efecto de refuerzo fue alto, el coeficiente de fortalecimiento de la tensión y el coeficiente de fortalecimiento de la deformación fueron del 17,49% y 76,85% respectivamente. Se concluyó que la geocelda tiene un efecto de refuerzo obvio con el concreto RCW donde la relación ladrillo / concreto y el diámetro son afines.

Zhao et al. (2021) en su estudio de investigación experimental realizado en la Universidad de la Academia China de Ciencias, Beijing, China, fijaron como objetivo desarrollar una geocelda de mezcla de polímeros (PBG) utilizando una extrusora de doble tornillo con polietileno de alta densidad (HDPE), poliamida 6 y compatibilizador. Usaron El PA6 con una densidad de masa de  $1,14 \text{ g/cm}^3$ , prueba de desarrollo del PBG y programa experimental: análisis de superficie de fractura de lágrima y microscopía electrónica de barrido es para estudiar la compatibilidad durante el proceso de fabricación, la prueba de fluencia aceleradas (SIM) de acuerdo con norma ASTM D6992-16(2016). Obtuvieron como resultado que la relación era de



aproximadamente 2/3 entonces el límite elástico alcanza su valor máximo porque el esqueleto molecular PA6 contribuye al límite elástico cuando la mezcla es parcialmente compatible, La resistencia a la tracción disminuyó cuando la relación es mayor que 1. Se extrae que el PBG tiene una buena compatibilidad con la proporción de HDPE-g-MAH a PA6 siendo uno, el SIM puede predecir con precisión el comportamiento de fluencia a largo plazo.

Akpinar et al. (2018) en su investigación experimental fijaron como objetivo analizar la efectividad de las técnicas de estabilización con cal y refuerzo de geoceldas de caminos para subrasantes de baja capacidad portante. Para ello estabilizaron el suelo utilizando diferentes porcentajes de cal (5%, 10% y 15%, respecto al peso seco de suelo) y geoceldas de 25 cm de diámetro por 20 cm de altura. Obtuvieron como resultado que mientras la mayor deformación del suelo en estado natural era de 61.32 mm (para 10 kg/cm<sup>2</sup> de tensión), esta deformación se redujo a 53.80 mm, 39.21 mm y 28.92 mm cuando se agregó 5%, 10% y 15% de cal, respectivamente, y en el caso de que el suelo fuera estabilizado con geocelda la deformación se redujo a 26,2 mm, a 19,13 en 5% de cal + geocelda y 16,105 mm en geocelda + 10% de cal. Se concluyó que se tenía un mayor éxito al estabilizar el suelo con geoceldas y con geoceldas + 10% de cal, ya que se logró una disminución del asentamiento en 55% y 75%, respectivamente.

Pancar y Kumandas (2021) en su investigación experimental fijaron como objetivo analizar los métodos de estabilización con cal y refuerzo de geoceldas para una subrasante de un camino sin pavimentar con diferentes contenidos de agua. Para ello estabilizaron el suelo utilizando diferentes porcentajes de cal (3%, 6% y 12%, respecto al peso seco de suelo) y geoceldas de diferentes alturas (50 mm, 100 mm, 150 mm y 200 mm), considerando diferentes contenidos de agua (25% óptimo, 28%, 30%, 32% y 35%). Obtuvieron como resultado que si el suelo tenía una humedad de 25%, 28%, 30%, 32% y 35% la capacidad portante era 28 kN/m<sup>2</sup>, 31 kN/m<sup>2</sup>, 38 kN/m<sup>2</sup>, 43 kN/m<sup>2</sup> y 60 kN/m<sup>2</sup>, respectivamente, si el suelo tenía una humedad del 35% y se estabilizaba con cal en 3% y 12% la capacidad portante era 38 kN/m<sup>2</sup> y 86 kN/m<sup>2</sup>, respectivamente,

si el suelo tenía una humedad del 32% y se estabilizaba con cal en 3%, 6% y 12% la capacidad portante era 44 kN/m<sup>2</sup>, 74 kN/m<sup>2</sup> y 75 kN/m<sup>2</sup>, respectivamente, si el suelo tenía una humedad del 30% y se estabilizaba con cal en 3%, 6% y 12% la capacidad portante era 74 kN/m<sup>2</sup>, 95 kN/m<sup>2</sup> y 110 kN/m<sup>2</sup>, respectivamente, si el suelo tenía una humedad del 28% y se estabilizaba con cal en 3%, 6% y 12% la capacidad portante era 86 kN/m<sup>2</sup>, 115 kN/m<sup>2</sup> y 95 kN/m<sup>2</sup>, respectivamente, si el suelo tenía una humedad del 25% y se estabilizaba con cal en 3%, 6% y 12% la capacidad portante era 127 kN/m<sup>2</sup>, 142 kN/m<sup>2</sup> y 86 kN/m<sup>2</sup>, respectivamente, si el suelo tenía una humedad del 35% y se estabilizaba con geoceldas de 200 mm, 150 mm, 100 mm y 50 mm la capacidad portante era 138 kN/m<sup>2</sup>, 121 kN/m<sup>2</sup>, 93 kN/m<sup>2</sup> y 86 kN/m<sup>2</sup>, respectivamente, si el suelo tenía una humedad del 30% y se estabilizaba con geoceldas de 200 mm, 150 mm, 100 mm y 50 mm la capacidad portante era 140 kN/m<sup>2</sup>, 135 kN/m<sup>2</sup>, 120 kN/m<sup>2</sup> y 103 kN/m<sup>2</sup>, respectivamente, si el suelo tenía una humedad del 25% y se estabilizaba con geoceldas de 200 mm, 150 mm, 100 mm y 50 mm la capacidad portante era 148 kN/m<sup>2</sup>, 138 kN/m<sup>2</sup>, 120 kN/m<sup>2</sup> y 112 kN/m<sup>2</sup>, respectivamente. Se concluyó que ambos métodos se pueden utilizar para mejorar el suelo, sin embargo mediante la estabilización con geoceldas la capacidad de carga del suelo de subrasante se incrementó 5, 3.7 y 2.5 veces para contenidos de agua del 35%, 30% y 25%.

Patazca (2019) en su investigación experimental fijó como objetivo determinar la influencia de las geoceldas en la estabilización de la subrasante para mejorar la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez – Callao, por lo cual la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de nivel descriptivo y de diseño no experimental. Obtuvo como resultado que el suelo se clasificaba como una grava arenosa pobremente gradada (GP), según SUCS, y al evaluar la subrasante sin y con aplicación de geocelda esta tenía un CBR de 25% y 65%, respectivamente. Por lo tanto se concluyó que al utilizar las geoceldas como sistema de confinamiento de la capa de suelo de subrasante, la capacidad portante de esta se incrementaba significativamente.

Santisteban (2019) en su investigación experimental fijó como objetivo determinar el beneficio de utilizar geoceldas para el diseño de una estructura de pavimento flexible en Huaura – Huaura – Lima, 2019, por lo cual la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental. Obtuvo como resultado que el costo directo para la construcción del pavimento flexible sin geoceldas era S/. 1,830,071.77, dando un presupuesto total de S/. 2,483,407.39, y el costo directo para la construcción del pavimento flexible con geoceldas era S/. 1,679,484.05, dando un presupuesto total de S/. 2,279,059.85. Por lo tanto se concluyó que el pavimento flexible tenía un costo de 119.51 soles/m<sup>2</sup> sin aplicación de geoceldas y de 109.68 soles/m<sup>2</sup> con aplicación de geoceldas, lo que significaba una reducción en el costo al utilizar geoceldas.

## **2.2 Bases teóricas**

### 2.2.1 Estabilización de suelos

La estabilización de suelos consiste en mejorar las propiedades de estos mediante métodos físicos o mecánicos, debido a que la mayoría de los suelos en su estado natural no cumplen con los requerimientos para ser utilizados en los proyectos de construcción, por ejemplo, la estabilización permite incrementar la capacidad portante del suelo para que pueda distribuir de mejor manera los esfuerzos generados por las cargas aplicadas sobre este (Flórez, 2006).

Al respecto, Santa Cruz (2019) menciona que la mayoría de los suelos en estado natural son inestables, sin embargo estos pueden ser estabilizados para aprovechar sus cualidades y sean capaces de soportar los efectos del tránsito y del clima.

Los tipos de estabilización que se utilizan en todo el mundo, para suelos de subrasante, son la estabilización mecánica, realizada mediante la compactación del suelo, la estabilización con aditivos químicos, mediante la incorporación de agentes estabilizantes, y la estabilización con geotextiles y geosintéticos (Mendoza, 2021).

El suelo es el material sólido que se encuentra en grandes cantidades en la superficie

terrestre, compuesta mayormente por residuos de roca que pasaron por un proceso de meteorización (Rucks et al., 2004). Según Gutiérrez (2016) los suelos son utilizados como materiales de construcción desde la antigüedad, para distintas obras de ingeniería, sin embargo, debido a que su comportamiento es muy complejo se requiere conocer a profundidad sus propiedades físico-mecánicas para poder caracterizarlo.

La exploración del suelo es crucial para determinar sus características y poder diseñar correctamente la estructura del pavimento, por lo que las muestras de suelo analizadas en el laboratorio tendrán que ser representativas si se quiere que los resultados obtenidos sean válidos para los fines propuestos (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015)

Por ejemplo, si se quiere determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante se tienen que realizar calicatas de 1.5 m de profundidad como mínimo, la cuales deben estar alineadas a lo largo del eje de la vía (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el caso de las vías de dos carriles que puedan tener una superficie de rodadura afirmada el número mínimo de calicatas y la cantidad mínima de ensayos de CBR, para que la muestra sea representativa, son las que se observan en la Tabla 1 y Tabla 2, respectivamente.

**Tabla 1.** Número de calicatas para exploración de suelos

Tipo de vía	Profundidad	Número mínimo de calicatas
Carreteras de tercera clase (IMDA menor a 400 vehículos por día)	Mínimo 1.5 m desde la subrasante	2 calicatas por kilómetro
Trochas carrozables (IMDA menor a 200 vehículos por día)	Mínimo 1.5 m desde la subrasante	1 calicata por kilómetro

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

**Tabla 2.** Número de Ensayos MR y CBR

Tipo de vía	Número mínimo de ensayos
Carreteras de tercera clase (IMDA menor a 400 vehículos por día)	1 CBR cada 2 kilómetros
Trochas carrozables (IMDA menor a 200 vehículos por día)	1 CBR cada 3 kilómetros

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

De acuerdo con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones los suelos utilizados como material de afirmado en carreteras no pavimentadas, con o sin estabilizadores, deben estar compuestos por gravas, arenas y finos, en un determinado porcentaje, y cumplir con los siguientes requisitos:

- Límite líquido: Máximo 35%
- Índice de plasticidad: Entre 4 y 9%
- Desgaste Los Ángeles: Máximo 50%
- CBR a 0.1" (100% MDS): Mínimo 40%
- Gradación: A-1, ver Tabla 3

**Tabla 3.** Gradación A-1 del material de afirmado

Tamiz		Porcentaje que pasa	
Malla	Abertura (mm)	Límite inferior	Límite superior
2"	50.00 mm	100%	100%
1 1/2"	37.50 mm	100%	100%
1"	25.00 mm	90%	100%
3/4"	19.00 mm	65%	100%
3/8"	9.50 mm	45%	80%
N°4	4.75 mm	30%	65%
N°10	2.00 mm	22%	52%
N°40	0.425 mm	15%	35%
N°200	0.075 mm	5%	20%

Fuente: Manual de Carreteras EG-2013

En el Perú, los procedimientos y equipos necesarios para realizar los ensayos y determinar cada una de las propiedades o características del suelo, están establecidos en el Manual de Ensayo de Materiales.

Los ensayos requeridos para evaluar la calidad del material utilizado como afirmado en carreteras no pavimentadas son los siguientes:

✓ MTC E 204: Granulometría

Con este ensayo se busca determinar la granulometría del material granular, utilizando una balanza con una exactitud de 0.1 gramos y 0.5 gramos para agregado fino y agregado grueso, respectivamente, una estufa capaz de mantener una temperatura constante de  $110 \pm 5$  °C, y un juego de tamices según el tipo de material que se va a ensayar.

Procedimiento:

1. Preparar la muestra para el ensayo.
2. Secar la muestra a ensayar en la estufa.
3. Seleccionar los tamices adecuados para el ensayo, los cuales deben estar alineados verticalmente en orden decreciente según el tamaño de sus aberturas.
4. Depositar la muestra sobre el tamiz superior y luego proceder con el tamizado durante un intervalo de tiempo establecido.
5. Como último paso se debe determinar la cantidad de material retenido en cada tamiz, en peso.

✓ MTC E 110: Límite líquido

Con este ensayo se busca determinar el contenido de humedad, expresado en %, que requiere el material para que se encuentre en el límite entre el estado líquido y estado plástico, utilizando una cuchara de Casagrande, de operación manual o mecánica, utilizando un acanalador, una balanza con una sensibilidad de 0.01

gramos, una espátula y una estufa capaz de mantener una temperatura constante de  $110 \pm 5$  °C.

Procedimiento:

1. Preparar la muestra para el ensayo.
2. Colocar una porción de la muestra sobre la base de la cuchara de Casagrande con ayuda de una espátula, haciendo presión.
3. Dividir en dos porciones la muestra contenida en la cuchara de Casagrande, utilizando el acanalador.
4. Levantar y soltar la cuchara de Casagrande a una velocidad establecida, medida en golpes por segundo, hasta que las dos porciones entren en contacto en la base de la ranura.
5. Registrar el número de golpes necesarios para que se cierre la ranura en una longitud de 13 milímetros.
6. Como último paso se debe determinar el límite líquido.

✓ MTC E 111: Límite plástico e índice de plasticidad

Con este ensayo se busca determinar el contenido de humedad, expresado en %, que requiere el material para formar cilindros de unos 3.2 milímetros de diámetro sin que se desmoronen, utilizando una espátula, una balanza con una sensibilidad de 0.01 gramos, y una estufa capaz de mantener una temperatura constante de  $110 \pm 5$  °C.

Procedimiento:

1. Preparar la muestra para el ensayo.
2. Dividir la muestra en dos mitades para moldear cada una de ellas en forma de cilindro que tenga mas o menos un diámetro de 3.2 milímetros.
3. Repetir dicho proceso hasta que el cilindro de desmorone cuando se acerca a dicho diámetro.
4. Como último paso se debe determinar el límite plástico y el índice de

plasticidad, que resulta de la resta entre el límite líquido y el plástico.

✓ MTC E 207: Desgaste Los Ángeles

Con este ensayo se busca determinar la degradación de las partículas menores a 37.5 milímetros, expresado en %, utilizando una balanza con exactitud de 1.0 gramos, una estufa capaz de mantener una temperatura constante de  $110 \pm 5$  °C, un juego de tamices, esferas de acero con una masa entre 390 o 445 gramos y una máquina de Los Ángeles.

Procedimiento:

1. Preparar la muestra para el ensayo y determinar si tiene una gradación A, B, C o D.
2. Colocar las esferas de acero y la muestra en la máquina de Los Ángeles.
3. Accionar la máquina de Los Ángeles a una velocidad entre 30 a 33 revoluciones por minuto, por 500 revoluciones.
4. Mediante tamizaje separar el material que queda retenido en la malla de 1.70 milímetros, para luego de lavarlo y secarlo en la estufa.
5. Como último paso se debe determinar la pérdida de peso de la muestra.

✓ MTC E 115: Relaciones densidad-humedad

Con este ensayo se busca determinar el óptimo contenido de humedad, expresado en %, y la máxima densidad seca, expresado en gr/cm<sup>3</sup>, utilizando un molde metálico para ensayos Proctor, accesorios para el molde, un juego de tamices, un pisón de compactación, una balanza con exactitud de 1.0 gramos y una estufa capaz de mantener una temperatura constante de  $110 \pm 5$  °C.

Procedimiento:

1. Preparar la muestra para el ensayo.
2. Armar el molde de CBR y luego colocar la muestra de suelo por capas.
3. Compactar cada capa con un número determinado de golpes con el pisón.



4. Como último paso se debe determinar la densidad seca obtenida para cada contenido de humedad.

✓ MTC E 132: CBR

Con este ensayo se busca determinar el valor de soporte del material granular, expresado en %, utilizando un molde metálico para ensayos de CBR, accesorios para el molde, un juego de tamices, un pisón de compactación, un tanque de agua para sumergir el molde, accesorio para medir la expansión de la muestra saturada, una balanza con exactitud de 0.1 y 1.0 gramos, una estufa capaz de mantener una temperatura constante de  $110 \pm 5$  °C, accesorio para la lectura de profundidad de penetración del pistón y una prensa para simular la penetración de dicho pistón sobre el material granular.

Procedimiento:

1. Preparar la muestra para el ensayo.
2. Armar el molde de CBR y luego colocar la muestra de suelo por capas.
3. Compactar cada capa con un número determinado de golpes con el pisón.
4. Luego de compactar la muestra preparar el molde para sumergirlo en un tanque de agua durante 4 días.
5. Sacar el molde del tanque y dejar escurrir durante 15 minutos.
6. Llevar el molde a la prensa y aplicar la carga sobre el pistón.
7. Como último paso se debe registrar el esfuerzo generado por la carga para una serie de penetraciones establecidas.

Para poder medir la expansión de la muestra de suelo saturada se utilizan placas de dimensiones estandarizadas, y las normas que intervienen y se usan son ASTM D1183; AASHTO T193; BS 1377:4, 1924:2.



**Figura 1.** Placa para medir expansión de la muestra saturada

Fuente: UTES

El equipo que se muestra en la Figura 1 es usado para poder conocer y monitorear la expansión de la muestra de suelo contenida en el molde.

Para medir la expansión de la muestra de suelo se tiene como instrumentos un plato perforado, que no es más que una placa circular, una barra ajustable y un trípode para montar el manómetro dial de expansión, el cual es colocado sobre el collar del molde CBR.

✓ MTC E 117: Compactación

Con este ensayo se busca determinar la densidad obtenida en campo luego de la compactación, expresado en  $\text{gr/cm}^3$ , utilizando un aparato de densidad conocido como Cono de Arena, herramientas manuales, una balanza con una sensibilidad de 5.0 gramos y una estufa capaz de mantener una temperatura constante de  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Procedimiento:

1. Preparar el sitio donde se realizará la extracción de la muestra.
2. Excavar un hoyo para extraer una cantidad razonable del material compactado.
3. Guardar la muestra en una bolsa especial para evitar que pierda su

humedad.

4. Llenar el hoyo con una arena especial para determinar su volumen.
5. Pesar la muestra extraída antes y después de ser secada en la estufa.
6. Como último paso determinar la densidad seca de la muestra.

### 2.2.3 Geoceldas

La geocelda es un geosintético elaborado a base de polímeros, naturales o artificiales, que unidos forman un sistema parecido a un panal de abejas, al que se puede rellenar con cualquier tipo de material granular según los requerimientos del proyecto, permitiendo una reducción del espesor las capas consideradas en el diseño de pavimentos (Patazca, 2019).

El confinamiento mediante geoceldas es una tecnología reconocida en diferentes proyectos de la ingeniería civil, y de acuerdo a las necesidades del proyecto las geoceldas se pueden utilizar para lo siguiente:

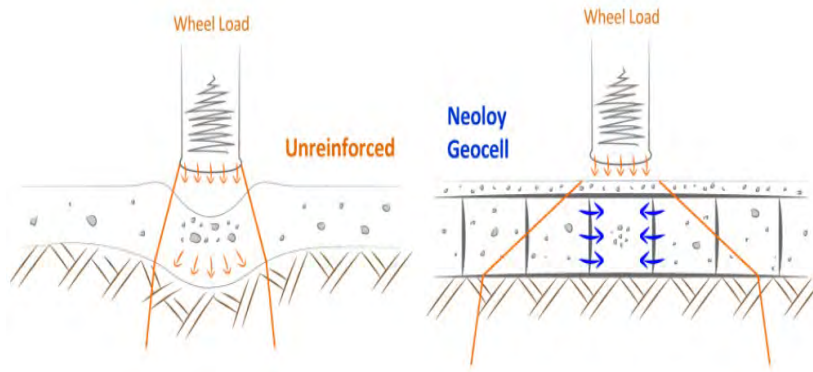
- Control de erosión de taludes.
- Conformación de tierras para muros de contención y subrasante de vías.
- Vías férreas, aeropuertos, puertos y plataformas.



**Figura 2.** Estructura de una geocelda

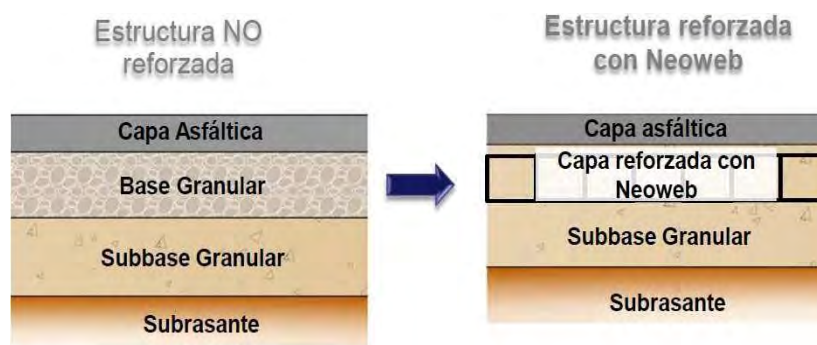
Fuente: Geo Technologies

El sistema de confinamiento celular se caracteriza principalmente por evitar que el material de relleno se desplace y por distribuir las cargas verticales sobre un área más grande (Duarte y Sierra, 2011).



**Figura 3.** Confinamiento celular  
Fuente: Geo Technolgies

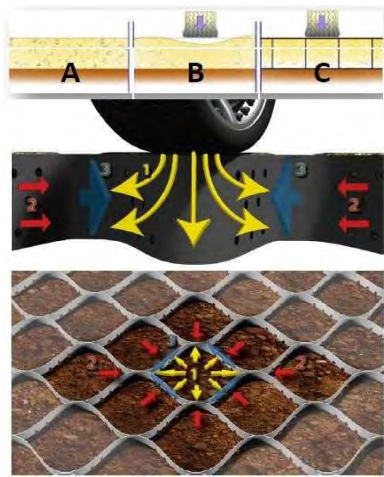
El pavimento sin reforzar tiende a concentrar esfuerzos justo debajo de la aplicación de la carga, transmitiendo una carga puntual que puede provocar una superficie de falla local, mientras que un pavimento reforzado puede distribuir la carga puntual en un área entre 1.5 a 2 veces al área de distribución en la estructura sin refuerzo, lo que implica que puede soportar una mayor carga antes de generar la falla en el suelo de fundación (Santisteban, 2019).



**Figura 4.** Estructura del pavimento  
Fuente: Geosintéticos PAVCO

Distribuir de mejor manera el esfuerzo, mediante el uso de geoceldas, no solo significa una disminución del asentamiento, sino que el asentamiento vertical también puede

llegar a disminuir entre 0.20 a 0.3 veces respecto a una estructura no reforzada con geoceldas (Santisteban, 2019).



**Figura 5.** Mecanismo de refuerzo en pavimentos

Fuente: Geosintéticos PAVCO

Las geoceldas se presentan en diferentes tamaños, ya que pueden variar en altura y en diámetro, debido a que los requerimientos de cada proyecto son distintos. En ese sentido, las geoceldas son clasificadas de acuerdo a su desempeño, y las geoceldas de tipo B puede ser empleado para estabilizar la base de una vía de acceso no pavimentado (Santisteban, 2019).

De acuerdo con la página web Geo Technologies, las propiedades de la geocelda de categoría B son las siguientes:

- a. Altura de la geocelda: 50, 75, 100, 120, 150 y 200 milímetros.
- b. Tamaño de apertura de la geocelda: 330, 356, 445, 660 y 712 milímetros.
- c. Rigidez Elástica: Mayor a 750, 650 y 450 MPa a 30, 45 y 60 °C, respectivamente.
- d. Deformación permanente: Menor a 3% para un periodo de setenta y cinco años.
- e. Resistencia a la tracción: 13 kN/m.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

Según Ñaupas et al. (2014) las investigaciones científicas son de tipo básica o aplicada, y de acuerdo con Müggenburg Rodríguez y Pérez (2007) la investigación aplicada se caracteriza por utilizar los conocimientos básicos o teóricos para dar solución a un problema inmediato, por lo tanto la presente investigación fue de tipo aplicada, ya que se planteó el uso de geoceldas como alternativa de solución para mejorar el comportamiento de un suelo de subrasante con la finalidad de ser usado como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas.

##### 3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación se refiere a la estrategia diseñada por el investigador para obtener la información requerida y responder al problema planteado (Domínguez, 2015). De acuerdo con Barrero (2022) en las investigaciones de enfoque cuantitativo, de nivel correlacional o explicativo, se utilizan diseños experimentales.

Las investigaciones de enfoque cuantitativo se caracterizan por utilizar métodos y técnicas cuantitativas para obtener datos numéricos, los cuales son procesados estadísticamente para verificar las hipótesis planteadas (Artiles, Otero, y Barrios, 2008), por lo tanto la presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo, ya que las variables de estudio fueron medidas en base a indicadores numéricos.

Las investigaciones de nivel explicativo tienen por finalidad explicar el comportamiento de una variable en función de otras (Domínguez, 2015), por lo tanto la presente investigación fue de nivel explicativo, ya que se evaluó el efecto de las geoceldas en el comportamiento del suelo de subrasante.

Como la investigación tuvo un enfoque cuantitativo y el nivel fue explicativo, el diseño que se utilizó en la presente investigación fue de tipo experimental.

## **3.2 Variables y operacionalización**

Variable independiente: Geoceldas

Según Garzón y Henao (2019) las geoceldas tienen una estructura tridimensional y están compuestas de polímeros sintéticos o naturales, utilizadas generalmente en el campo de la geotecnia para distribuir de mejor manera los esfuerzos, evitar filtraciones, controlar la permeabilidad, estabilizar taludes, controlar la erosión, etc.

Variable dependiente: Comportamiento del suelo

Según Forero (2019) el comportamiento del suelo está definido por sus propiedades físicas y mecánicas, ya que dependiendo de las características que presente el suelo este podrá soportar de mejor manera las condiciones del clima y las cargas generadas por el tránsito vehicular.

## **3.3 Población, muestra y muestreo**

### **3.3.1 Población**

La población está conformada por un conjunto de elementos, finitos o infinitos, con características comunes y a los cuales se puede extender las conclusiones de la investigación (Arias, 2012).

En la presente investigación se estableció como objeto de estudio el comportamiento del suelo de subrasante de un tramo de la vía no pavimentada de la ruta LM-532 (Virgen de Las Mercedes - Bocanal - Micaela Bastidas de Barranca), la cual está ubicada en el distrito de Supe, al ser estabilizado con geoceldas, por lo tanto la población de estudio estuvo conformada por el suelo de subrasante comprendido entre el km 3+000 y el km 8+000 de la ruta LM 532.

### **3.3.2 Muestra**

La muestra está conformada por una fracción de la población, donde los elementos que la conforman deben ser representativos de dicha población (Arias, 2012).

En tal sentido, la muestra estuvo conformada por las muestras de suelo extraídas de la calicata C-1, ubicada en el km 3+000, de la calicata C-2, ubicada en el km 5+000, y de la calicata C-3, ubicada en el km 8+000.

### 3.3.3 Muestreo

El muestreo intencional es un tipo de muestreo no probabilístico y se caracteriza porque el investigador utiliza criterios preestablecidos para elegir los elementos que conformarán la muestra (Arias, 2012).

La cantidad de muestras que se extrajeron de cada calicata fue determinada en base a los requerimientos establecidos en la norma peruana, por lo tanto el muestreo fue no probabilístico.

## 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos son los distintos modos en que se puede obtener la información, como la observación directa, y los instrumentos son los medios materiales empleados por el investigador para recoger y almacenar la información (Arias, 2012).

En tal sentido, la técnica que se utilizó fue la observación directa y los instrumentos que se emplearon para la recolección de datos fueron los siguientes:

- Norma ASTM D-2216, para determinar el contenido de humedad promedio del suelo.
- Norma ASTM D-422, para determinar la distribución de gravas, arenas y finos del suelo.
- Norma ASTM D-431, para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.
- Norma ASTM D-2487, para determinar la clasificación del suelo con el método SUCS.
- Norma ASTM D-3282, para determinar la clasificación del suelo con el método



AASHTO.

- Norma MTC E 207, para determinar el desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 ½") del suelo.
- Norma ASTM D-1557, para determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo.
- Norma MTC E 132, para determinar la capacidad de soporte o CBR del suelo.

### **3.5 Procedimientos**

En primer lugar se procedió a realizar una visita de campo para definir el tramo de la vía no pavimentada donde el afirmado se encontraba en pésimas condiciones, ya que esto indicaba que el suelo de subrasante en ese tramo era de mala calidad, y con esta información se determinó la población de estudio, el suelo de subrasante comprendido entre el km 3+000 y el km 8+000.

Conociendo la población de estudio se procedió a determinar la ubicación de las calicatas considerando que el Manual de Carreteras: Suelos Geologías, Geotecnia y Pavimentos recomendaba que para carreteras con un IMDA menor o igual a 200 veh/día los estudios de CBR se debían realizar cada 3 km, por lo que se realizaron tres calicatas (calicata C-1: km 3+000, calicata C-2: km 5+000 y calicata C-3: km 8+000).

Luego se procedió a extraer las muestras de suelo de cada calicata, en cantidad suficiente, para evaluar las propiedades físico-mecánicas del suelo de subrasante y determinar su calidad para ser usado como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas, según lo establecido en el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Para evaluar el efecto de la geocelda sobre el comportamiento del suelo de subrasante se procedió a realizar la extracción de dos muestras más de cada calicata.

Después de extraer las muestras y colocarlas en bolsas para su traslado, estas fueron llevadas al laboratorio para ser ensayadas de acuerdo con lo establecido en el Manual de Ensayo de Materiales.

Luego de realizar todos los ensayos en el laboratorio se procedió a la obtención de los datos requeridos para ser procesados con la ayuda del software Excel.

Finalmente se obtuvieron los resultados y en base a estos se procedió a elaborar las conclusiones de la investigación.

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

Los datos recolectados mediante ensayos en laboratorio fueron analizados con el software excel para clasificar y registrar la información, con la finalidad de generar una serie de tablas y gráficos que permitan interpretar los resultados con mayor facilidad.

### **3.7 Aspectos éticos**

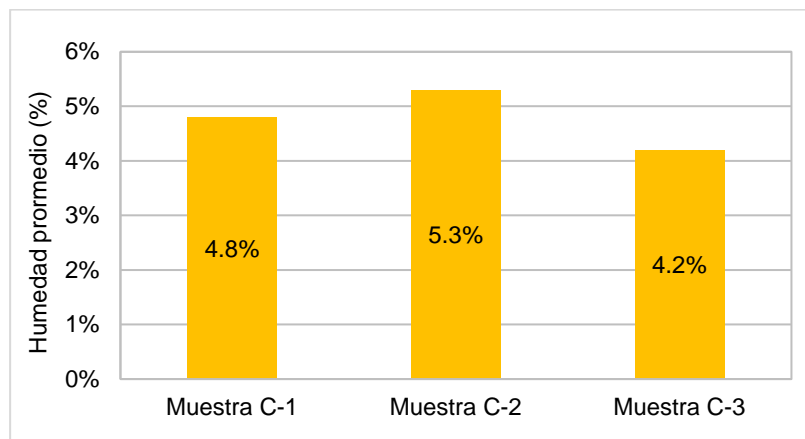
En el presente estudio se considera los principios éticos de veracidad en el manejo de la información, de tal manera que se admiten contenidos de autores que son referidos respetando la procedencia de la información, también el aporte del estudio en el contexto social ya que resulta relevante para lograr mejoras en las organizaciones. Por otra parte, el respeto del manejo de la información de los participantes guardando su identidad como compromiso contraído antes del desarrollo del estudio. En relación al desarrollo del contenido se alinea a lo que la universidad establece como aspecto importante para cumplir con lo establecido en cuanto a norma y formato. Es vital precisar la no maleficencia de los investigadores, pues se busca mejoras y buen uso de la información.

#### IV. RESULTADOS

En la presente investigación se analizaron las muestras de suelo de la calicata C-1 (km 3+000), calicata C-2 (km 5+000) y calicata C-3 (km 8+000), para conocer la clasificación del suelo de subrasante, según los métodos SUCS y AASHTO, y evaluar su calidad como material de rodadura en carreteras no pavimentadas, todo esto como parte de un paso previo para conocer las propiedades y características del suelo de subrasante.

La propiedades físico-mecánicas que se determinaron del suelo en estado natural fueron el Contenido de humedad, Límites de atterberg, Análisis granulométrico, Clasificación del suelo, Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad, CBR y desgaste Los Ángeles.

En la Figura 6 se muestran los resultados de los ensayos de contenido de humedad del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3, utilizando la norma ASTM D-2216.

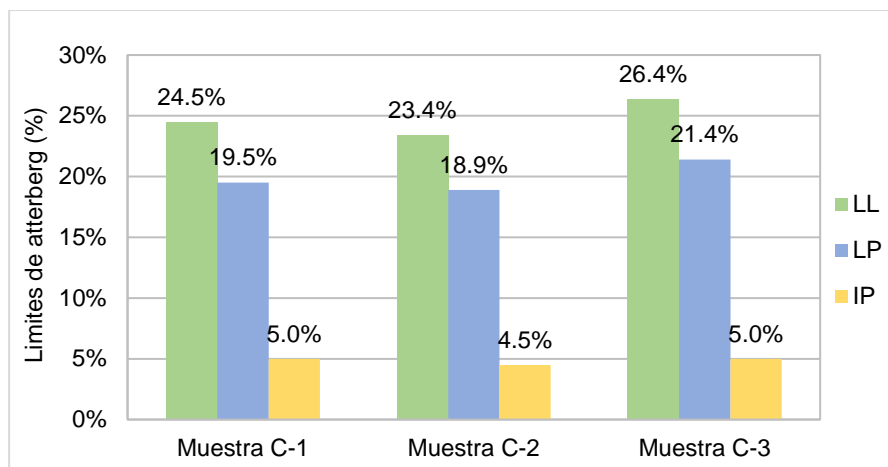


**Figura 6.** Humedad promedio del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 6 se observó que el contenido de humedad promedio del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 era 4.8%, 5.3% y 4.2%, respectivamente.

En la Figura 7 se muestran los resultados de los ensayos de límites de atterberg del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3, utilizando la norma ASTM D-4318.

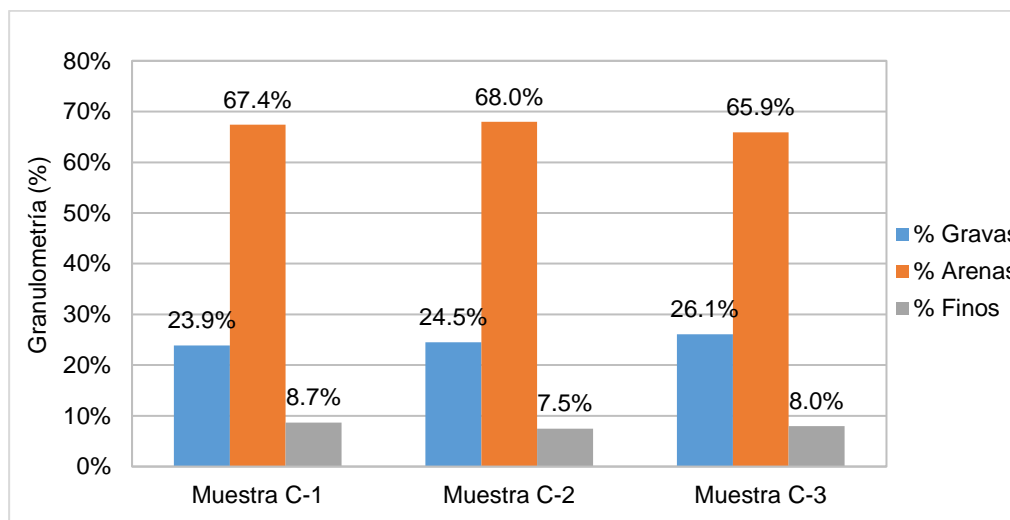


**Figura 7.** Límites de atterberg del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 7 se observó que el límite líquido (LL) del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 era 24.5%, 23.4% y 26.4%, respectivamente, el límite plástico (LP) del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 era 19.5%, 18.9% y 21.4%, respectivamente, y el índice de plasticidad (IP) del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 era 5.0%, 4.5% y 5.0%, respectivamente.

En la Figura 8 se muestran los resultados de los ensayos de análisis granulométrico por tamizado del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3, utilizando la norma ASTM D-422.



**Figura 8.** Granulometría del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 8 se observó que el porcentaje de gravas del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 era 23.9%, 24.5% y 26.1%, respectivamente, el porcentaje de arenas del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 era 67.4%, 68.0% y 65.9%, respectivamente, y el porcentaje de finos del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 era 8.7%, 7.5% y 8.0%, respectivamente.

En la Tabla 4 se muestran los resultados de la clasificación del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3, utilizando los métodos SUCS (ASTM D-2487) y AASHTO (ASTM D-3282).

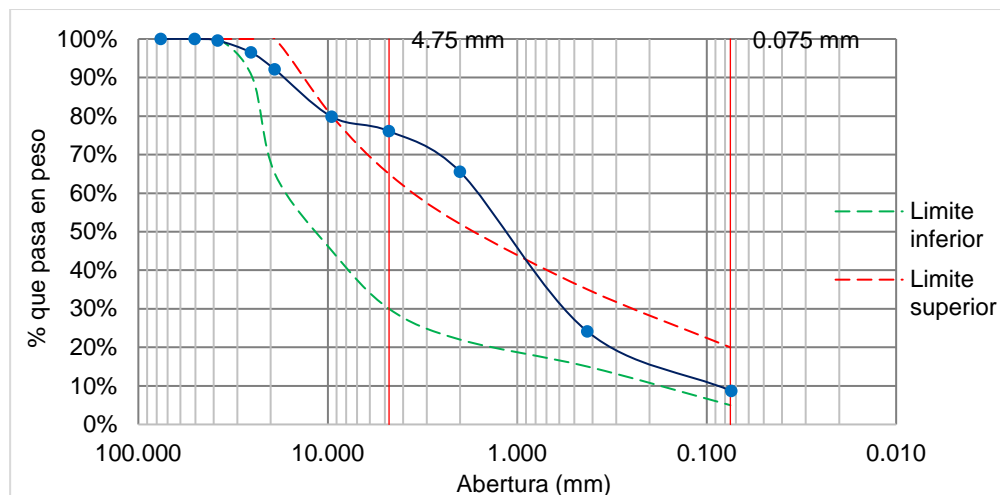
**Tabla 4.** Clasificación del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3

Suelo Natural	Método SUCS	Método AASHTO
Muestra C-1	SP-SC	A-1-b(0)
Muestra C-2	SP-SC	A-1-b(0)
Muestra C-3	SP-SC	A-1-b(0)

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 4 se observó que el suelo tanto el suelo la calicata C-1, como de la calicata C-2 y C-3, se clasificaba como una arena pobremente gradada con arcilla y grava.

En la Figura 9 se muestra la curva granulométrica del suelo de la calicata C-1.

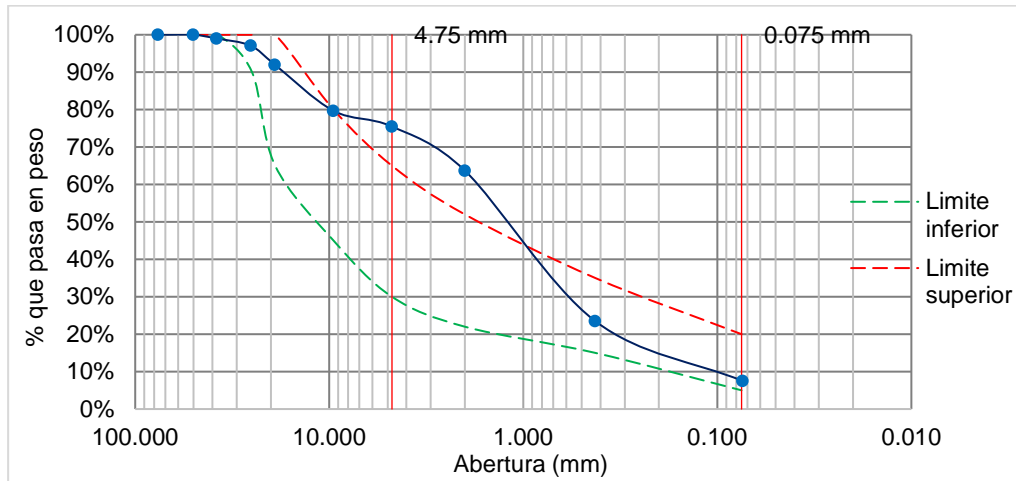


**Figura 9.** Curva granulométrica del suelo de la calicata C-1

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 9 se observó que el suelo de la calicata C-1 no cumplía con la gradación requerida para ser usado como superficie de rodadura en vías no pavimentadas.

En la Figura 10 se muestra la curva granulométrica del suelo de la calicata C-2.

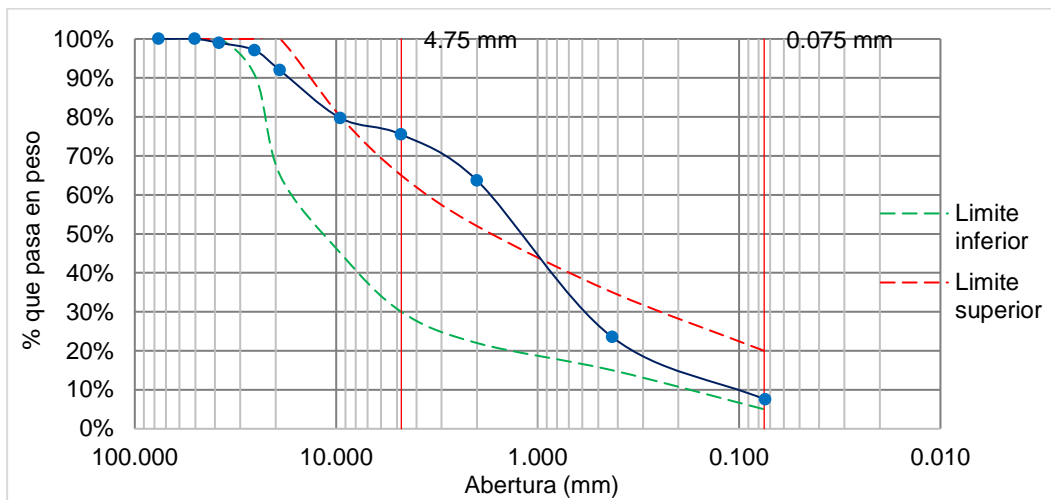


**Figura 10.** Curva granulométrica del suelo de la calicata C-2

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 10 se observó que el suelo de la calicata C-2 no cumplía con la gradación requerida para ser usado como superficie de rodadura en vías no pavimentadas.

En la Figura 11 se muestra la curva granulométrica del suelo de la calicata C-3.

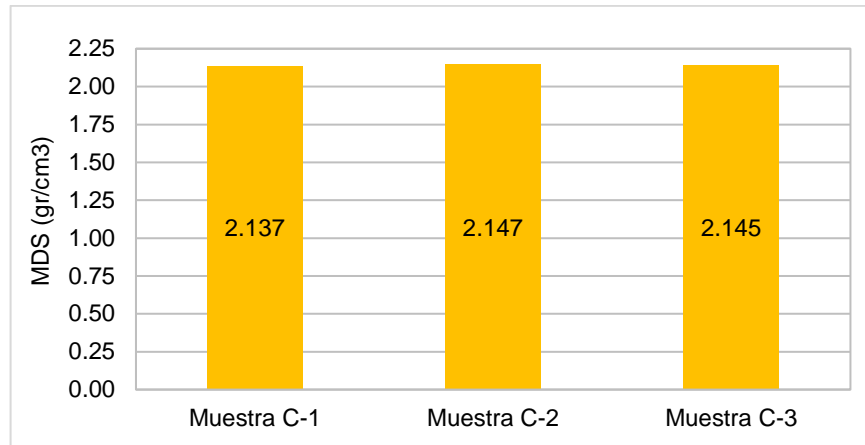


**Figura 11.** Curva granulométrica del suelo de la calicata C-3

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 11 se observó que el suelo de la calicata C-3 no cumplía con la gradación requerida para ser usado como superficie de rodadura en vías no pavimentadas.

En la Figura 12 se muestra la máxima densidad seca (MDS) del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3, obtenidas utilizando la norma ASTM D-1557.

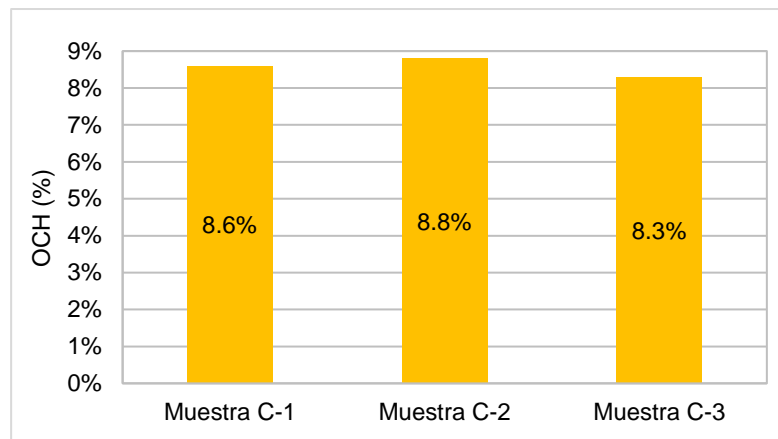


**Figura 12.** Densidad máxima del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 12 se observó que la máxima densidad seca del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 era 2.137 gr/cm<sup>3</sup>, 2.147 gr/cm<sup>3</sup> y 2.145 gr/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

En la Figura 13 se muestra el óptimo contenido de humedad (OCH) del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3, obtenidos utilizando la norma ASTM D-1557.

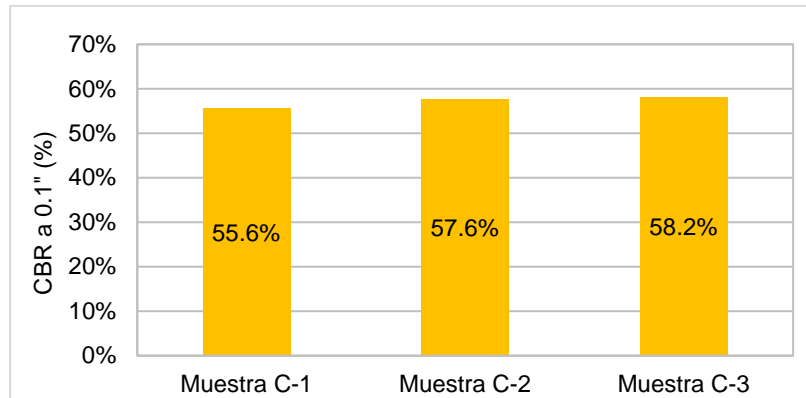


**Figura 13.** Humedad óptima del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 13 se observó que el óptimo contenido de humedad del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 era 8.6%, 8.8% y 8.3%, respectivamente.

En la Figura 14 se muestran los resultados de los ensayos de CBR del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3, utilizando la norma MTC E 132.

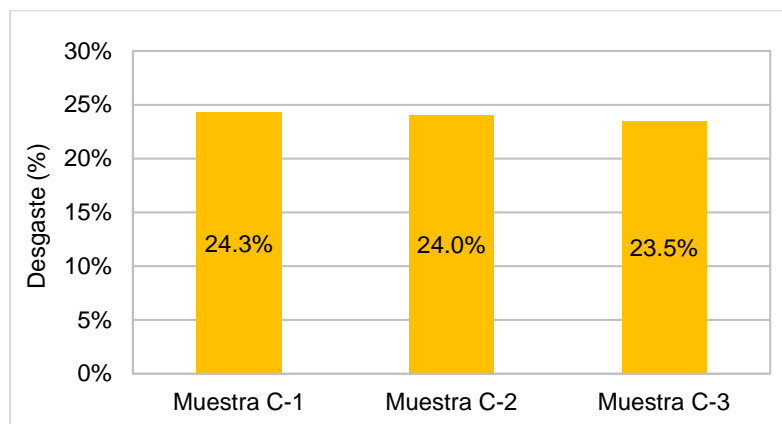


**Figura 14.** CBR del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 14 se observó que el valor del CBR a 0.1" de penetración, al 100% de la MDS, del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 era 55.6%, 57.6% y 58.2%, respectivamente.

En la Figura 15 se muestran los resultados de los ensayos de desgaste Los Ángeles del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3, utilizando la norma MTC E 207.



**Figura 15.** Desgaste Los Ángeles del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3

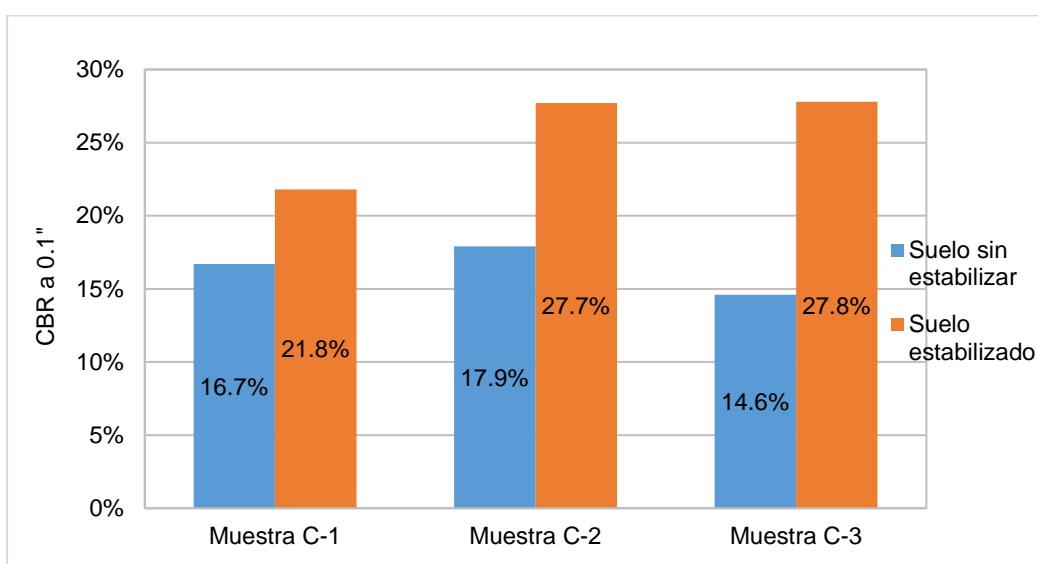
Fuente: Elaboración propia



De la Figura 15 se observó que el desgaste de los agregados gruesos menores a 37.5 mm del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 era 24.3%, 24.8% y 25.1%, respectivamente.

#### 4.1 CBR del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas

En la Figura 16 se muestran los resultados de los ensayos de CBR del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 con y sin geoceldas, utilizando un molde rectangular para CBR de dimensiones 20x50x18 cm.



**Figura 16.** CBR del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 con y sin geocelda

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 16 se observó que el valor del CBR del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 sin geocelda, a 0.1" de penetración y al 100% MDS, era 16.7%, 17.9% y 14.6%, respectivamente, y el valor del CBR del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 con geocelda, a 0.1" de penetración y al 100% MDS, era 21.8%, 27.7% y 27.8%, respectivamente.

#### 4.2 Expansión del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas

En la Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7 se muestran los resultados obtenidos del ensayo de expansión

para el suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 con y sin geoceldas.

**Tabla 5.** Porcentaje de expansión del suelo de la calicata C-1 con y sin geocelda

TIEMPO	SIN GEOCELDA			CON GEOCELDA		
	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%
0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
24	3	0.076	0.066	0	0.000	0.000
48	7	0.178	0.155	0	0.000	0.000
72	13	0.330	0.287	2	0.051	0.044
96	29	0.737	0.641	4	0.102	0.088

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6.** Porcentaje de expansión del suelo de la calicata C-2 con y sin geocelda

TIEMPO	SIN GEOCELDA			CON GEOCELDA		
	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%
0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
24	2	0.051	0.044	0	0.000	0.000
48	2	0.051	0.044	0	0.000	0.000
72	6	0.152	0.133	2	0.051	0.044
96	7	0.178	0.155	2	0.051	0.044

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7.** Porcentaje de expansión del suelo de la calicata C-3 con y sin geocelda

TIEMPO	SIN GEOCELDA			CON GEOCELDA		
	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%
0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
24	2	0.051	0.044	0	0.000	0.000
48	3	0.076	0.066	0	0.000	0.000
72	9	0.229	0.199	5	0.127	0.110
96	9	0.229	0.199	5	0.127	0.110

Fuente: Elaboración propia

Se pudo observar que el porcentaje de expansión del suelo sin geoceldas tuvo un máximo de

0.641 % en la calicata C-1 a las 96 Horas (4 días), el cual se redujo hasta llegar a 0.088 % con geoceldas, así también se tuvo un mínimo de porcentaje de expansión con geoceldas en la C-2 a las 96 horas, llegando a 0.044% el cual su porcentaje sin geoceldas fue de 0.178%.

### 4.3 Costo de inversión para construir la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas

En la Tabla 8 se muestra el presupuesto para ejecutar la vía no pavimentada sin utilizar geoceldas.

**Tabla 8.** Presupuesto de vía no pavimentada sin geocelda

Presupuesto	<b>2502009</b>	<b>Tesis: "Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532 Barranca, 2022"</b>			
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>SIN GEOCELDA</b>			
Cliente	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO</b>	Costo al	<b>20/11/2022</b>		
Lugar	<b>LIMA - BARRANCA - SUPE</b>				
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>PAVIMENTACION</b>				<b>1,096,246.35</b>
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>78,778.20</b>
01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	m2	180.00	345.99	62,278.20
01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOLIZACION DE EQUIPOS DE PAVIMENTACION	glb	1.00	15,000.00	15,000.00
01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 8.50 m x 3.60 m	u	1.00	1,500.00	1,500.00
<b>01.02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>189,444.97</b>
01.02.01	SEÑALIZACION DE DESVIO DE TRANSITO EN PERIODO DE CONSTRUCCION	est	1.00	26,508.97	26,508.97
01.02.02	CONTROL TOPOGRAFICO DURANTE EJECUCION DE OBRA	m2	55,800.00	2.92	162,936.00
<b>01.03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>493,557.98</b>
01.03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTACION	m3	8,370.00	8.08	67,629.60
01.03.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE DE PAVIMENTACION	m2	55,800.00	4.47	249,426.00
01.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 5 km	m3	10,462.50	16.87	176,502.38
<b>01.04</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>334,465.20</b>
01.04.01	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA AFIRMADO E=0.15 M	m3	8,370.00	39.96	334,465.20
	<b>Costo Directo</b>				<b>1,096,246.35</b>
	<b>GASTOS GENERALES</b>	<b>8%</b>			<b>87,699.71</b>
	<b>UTILIDAD</b>	<b>7%</b>			<b>76,737.24</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>1,260,683.30</b>
	<b>Impuesto General de Ventas - IGV</b>	<b>18%</b>			<b>226,922.99</b>

<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>1,487,606.29</b>
<b>SON: UN MILLON CUATROCIENTOS OCHENTISIETE MIL SEISCIENTOS SEIS Y 29/100 SOLES</b>	

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 5 se observó que el presupuesto total para construir la vía no pavimentada sin aplicación de geoceldas era S/. 1,487,606.29, y las partidas que más incidían era el Movimiento de Tierras con S/. 493,557.98 y Pavimentos con S/. 334,465.20, los cuales representaban el 45.02% y 30.51% del costo directo, respectivamente.

En la Tabla 6 se muestra el presupuesto para ejecutar la vía no pavimentada utilizando geocelda para reforzar el suelo de subrasante.

**Tabla 9.** Presupuesto de vía no pavimentada con geocelda

Presupuesto	<b>2502009</b>	<b>Tesis: "Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532 Barranca, 2022"</b>			
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>CON GEOCELDA</b>			
Cliente	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO</b>	Costo al	<b>20/11/2022</b>		
Lugar	<b>LIMA - BARRANCA - SUPE</b>				
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>PAVIMENTACION</b>				<b>1,188,030.37</b>
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>78,778.20</b>
01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	m2	180.00	345.99	62,278.20
01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOLIZACION DE EQUIPOS DE PAVIMENTACION	glb	1.00	15,000.00	15,000.00
01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 8.50 m x 3.60 m	u	1.00	1,500.00	1,500.00
<b>01.02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>189,444.97</b>
01.02.01	SEÑALIZACION DE DESVIO DE TRANSITO EN PERIODO DE CONSTRUCCION	est	1.00	26,508.97	26,508.97
01.02.02	CONTROL TOPOGRAFICO DURANTE EJECUCION DE OBRA	m2	55,800.00	2.92	162,936.00
<b>01.04</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>919,807.20</b>
01.03.01	INSTALACION DE GEOCELDAS (H=15 CM)	m2	55,800.00	10.49	585,342.00
01.03.02	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA AFIRMADO E=0.15 M	m3	8,370.00	39.96	334,465.20
	<b>Costo Directo</b>				<b>1,188,030.37</b>
	<b>GASTOS GENERALES 8%</b>				<b>95,042.43</b>
	<b>UTILIDAD 7%</b>				<b>83,162.13</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>1,366,234.93</b>
	<b>Impuesto General de Ventas - IGV 18%</b>				<b>245,922.29</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>1,612,157.22</b>

**SON: UN MILLON SEISCIENTOS DOCE MIL CIENTO  
CINCUENTISIETE Y 22/100 SOLES**

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 6 se observó que el presupuesto total para construir la vía no pavimentada con aplicación de geoceldas era S/. 1,612,157.22, y la partida que más incidía era Pavimentos con S/. 919,807.20, el cual representaba el 77.42% del costo directo, respectivamente.

## V. DISCUSIÓN

### **OE 1. CBR del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geocelda**

En la presente investigación se obtuvo como resultado que el CBR del suelo de subrasante de la calicata C-1, C-2 y C-3 se incrementó en 30.54%, 54.75% y 90.41%, respectivamente, al reforzarlo con geoceldas, ya que el CBR del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 sin geocelda era 16.7%, 17.9% y 14.6%, respectivamente, y el CBR del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 con geocelda era 21.8%, 27.7% y 27.8%, respectivamente, por lo tanto se comprobó que el uso de geoceldas incrementaba el CBR del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima, Ruta LM-532, Tramo: Virgen de Las Mercedes - Bocanal - Micaela Bastidas de Barranca.

De acuerdo con Patazca (2019) el CBR de la subrasante en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez -Callao se incrementó en 160.00% al ser reforzado con geoceldas, debido a que el CBR del suelo de subrasante sin geoceldas era 25.00% y con geoceldas era 65.00%.

En la investigación de Patazca (2019) se obtuvo un mayor incremento del CBR debido a que el suelo estaba compuesto principalmente por gravas y por lo tanto la resistencia del suelo compactado era mayor, sin embargo en la presente investigación el CBR se incrementó en menor medida debido a que el suelo estaba compuesto principalmente por arenas y por lo tanto la resistencia del suelo compactado era menor.

### **OE 2. Expansión del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geocelda**

En la presente investigación se obtuvo como resultado que el porcentaje de expansión del suelo de subrasante de la calicata C-1, C-2 y C-3 se redujo de 0.641%, 0.178% y 0.199% hasta 0.088%, 0.044% y 0.110% respectivamente, al reforzarlo con geoceldas, dicha reducción expresado en porcentajes de las calicata C-1, C-2 y C-3 fueron de

86.27%, 75.28% y 44.72%, respectivamente, por lo tanto se comprobó que el uso de geoceldas reduce el porcentaje de expansión del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima, Ruta LM-532, Tramo: Virgen de Las Mercedes - Bocanal - Micaela Bastidas de Barranca.

De acuerdo con Castro (2020) el porcentaje de expansión de la subrasante en el tramo de la cuadra 18 Av. Morales Duárez -Callao se disminuyó en 37.14% al ser reforzado con Ignimbrita Blanca, debido a que el porcentaje de expansión del suelo de subrasante patron era 0.7% y con Ignimbrita Blanca era 0.44%.

En la investigación de Castro (2020) se obtuvo una reducción del porcentaje de expansión del 37.14% cuando se agregó 18% de Ignimbrita Blanca, sin embargo, en la presente investigación el porcentaje de expansión se redujo en mayor medida debido a las propiedades de las geoceldas teniendo una reducción máxima de 86.27%.

### **OE 3. Costo de inversión para construir la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas**

En la presente investigación se obtuvo como resultado que el costo directo para la construcción de la vía no pavimentada aumentaba en un 8.37% al utilizar geoceldas para reforzar la subrasante, ya que el costo directo con y sin geocelda era de S/. 1,188,030.37 y S/. 1,096,246.35, respectivamente, por lo tanto se comprobó que el uso de geoceldas incrementaba el costo de inversión para la construcción de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima, Ruta LM-532, Tramo: Virgen de Las Mercedes - Bocanal - Micaela Bastidas de Barranca

De acuerdo con Santisteban (2019) el costo de inversión para la construcción de un pavimento flexible se redujo en 8.22% al utilizar geoceldas, debido a que el costo directo sin geoceldas era S/. 1,830,071.77 y con geoceldas era S/. 1,679,484.05, por lo que se concluyó que el pavimento flexible tenía un costo de 119.51 soles/m<sup>2</sup> sin aplicación de geoceldas y de 109.68 soles/m<sup>2</sup> con aplicación de geoceldas

En la investigación de Santisteban (2019) se obtuvo un beneficio económico al aplicar

geoceldas debido a que se logró reducir el espesor de las capas y por lo tanto eso significó un ahorro en materiales, sin embargo en la presente investigación el costo de inversión se incrementó debido a que al ser una vía no pavimentada no existía un ahorro de materiales al aplicar geoceldas para estabilizar la subrasante.



## VI. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluyó que el suelo de subrasante mejora su comportamiento al ser reforzado con geoceldas, ya que se cumplieron las hipótesis planteadas al inicio de la investigación. A continuación se presentan las conclusiones por cada hipótesis específica.

El CBR del suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 era 16.7%, 17.9% y 14.6%, respectivamente, sin geoceldas, y 21.8%, 27.7% y 27.8%, respectivamente, con geoceldas, por lo que el uso de geoceldas incrementó el CBR el suelo de la calicata C-1, C-2 y C-3 en 30.54%, 54.75% y 90.41%, respectivamente, es decir, el CBR del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima, Ruta LM-532, Tramo: Virgen de Las Mercedes - Bocanal - Micaela Bastidas de Barranca presentaba un incremento significativo al utilizar geoceldas.

El Porcentaje de expansión de las calicatas C-1, C-2 y C-3 se redujeron en 86.27%, 75.28% y 44.72%, respectivamente, utilizando geoceldas, por lo que el uso de geoceldas disminuyó el Porcentaje de expansión, es decir, el Porcentaje de expansión del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima, Ruta LM-532, Tramo: Virgen de Las Mercedes - Bocanal - Micaela Bastidas de Barranca presentaba una reducción del porcentaje de expansión significativo al utilizar geoceldas

El costo directo para la construcción de la vía sin y con geoceldas era S/. 1,096,246.35 y S/. 1,188,030.37, respectivamente, por lo que el uso de geoceldas incrementaba el costo de inversión en 8.37% para la construcción de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima, Ruta LM-532, Tramo: Virgen de Las Mercedes - Bocanal - Micaela Bastidas de Barranca.

## VII. RECOMENDACIONES

- Evaluar otros tamaños de geocelda, de tipo B, para verificar la influencia de las dimensiones de esta sobre el CBR y la expansión del suelo de subrasante de un tramo de la Ruta LM-532, la cual es una vía no pavimentada ubicada en Supe - Barranca – Lima.
- Estudiar el comportamiento de suelos compuestos principalmente por gravas al ser estabilizados mediante el uso de geoceldas con la finalidad de evaluar el CBR y la expansión de este tipo de suelos.
- Realizar ensayos de CBR in situ sobre la capa de subrasante reforzada para obtener resultados más realistas y tomar mejores decisiones respecto a la utilización de las geoceldas para estabilizar suelos usados como superficie de rodadura.
- Estudiar la expansión de suelos de subrasante con alto contenido de arcilla al ser estabilizados mediante el uso de geoceldas, para evaluar en que medida el efecto de confinamiento logra minimizar la deformación volumétrica de este tipo de suelos.

## REFERENCIAS

AKPINAR, Muhammet et al. (2018). Pavement Subgrade Stabilization with Lime and Cellular Confinement System. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 13(2), 87-93.

Disponible en <https://bjrbe-journals.rtu.lv/article/view/bjrbe.2018-13.402>

ISSN: 1822-4288

ARIAS, Fidas (2012). El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. 6.<sup>a</sup> ed. Caracas: Editorial Episteme, 143 pp.

ISBN: 9800785299

ARTILES, Leticia, OTERO, Jacinta y BARRIOS, Irene (2008). Metodología de la Investigación. Para las Ciencias de la Salud. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 341 pp.

ISBN: 9789592123854

AVESANI, J. (2019). Application of the two-layer system theory to calculate the settlements and vertical stress propagation in soil reinforcement with geocell. *Geotextiles and Geomembranas*, 47(1), 32-41.

Disponible en <https://sci-hub.se/10.1016/j.geotexmem.2018.09.003>

ISSN: 0266-1144

BARRERO, José (2022). Apuntes sobre metodologías de la investigación científica. La Paz: Colecciones Culturales Editores Impresores, 185 pp.

ISBN: 4137932022

CHITRACHEDU, Rajesh y KOLATHAYAR, Sreevalsa (2020). Performance Evaluation of Coir Geocells as Soil Retention System Under Dry Wet Conditions. *Geotechnical and Geological Engineering*, 38(6), 3693-6046.

Disponible en <https://sci-hub.se/10.1007/s10706-020-01443-x>

ISSN: 1573-1529

DABIRYAN, H. et al. (2017). Performance Evaluation of Coir Geocells as Soil Retention

System Under Dry Wet Conditions. *The Journal of The Textile Institute*, 108(10), 1747-1752.

Disponible en <https://sci-hub.se/10.1080/00405000.2017.1282409>

ISSN: 0040-5000

DOMÍNGUEZ, Julio (2015). Manual de Metodología de la Investigación Científica. 3.<sup>a</sup> ed. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 120 pp.

ISBN: 9786124308017

DUARTE, María y SIERRA, Valeria (2011). Estudio del comportamiento de un material de subrasante típico de Bogotá estabilizado con un sistema de geoceldas ante la aplicación de ciclos de carga y descarga mediante pruebas de laboratorio. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana, 60 pp.

Disponible en <http://hdl.handle.net/10554/7505>

FLÓREZ, Jairo (2006). Estabilización de suelos con biocemento. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Santa fé de Bogotá D.C.: Universidad de los Andes, 60 pp.

Disponible en <http://hdl.handle.net/1992/9048>

FORERO, Jaime (2019). Evaluación estructural de alternativas para mejoramiento de subrasantes en un corredor vial de Bogotá D. C. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 228 pp.

Disponible en <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3705>

GARZÓN, Juan y HENAO, Bryan (2019). Estudio de alternativa para la estabilidad de un suelo utilizando materiales reciclables vs geoceldas convencionales. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, 91 pp.

Disponible en <https://hdl.handle.net/10983/24273>

GUTIÉRREZ, Lázares (2016). Mecánica de Suelos Aplicada a Vías de Transporte. Lima: Editorial MACRO, 193 pp.

ISBN: 9786123043308

INTI, Sundeep y TANDOM, Vivek (2021). Design of geocell reinforced roads through

fragility modeling. *Geotextiles and Geomembranas*, 49(5), 1085-1094.

Disponible en <https://sci-hub.se/10.1016/j.geotexmem.2021.03.003>

ISSN: 0266-1144

LI, Wei et al. (2021). Experimental and numerical analysis of mechanical properties of geocell reinforced reclaimed construction waste composite base layer. *Construction and Building Materials*, 304, 124587.

Disponible en <https://sci-hub.se/10.1016/j.conbuildmat.2021.124587>

ISSN: 0950-0618

MENDOZA, Heraldine (2021). Caracterización de los tipos de estabilización de suelos utilizados para el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes, Cajamarca 2020. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 102 pp.

Disponible en <https://hdl.handle.net/11537/29475>

MINISTERIO de Economía y Finanzas (2015). Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Lima: El Peruano.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Lima: El Peruano.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de Suelos, Geologías, Geotécnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos. Lima: El Peruano.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (2013). Manual de carreteras. Especificaciones técnicas generales para construcción. Lima: El Peruano.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (2008). Manual para diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Lima: El Peruano.

MÜGGENBURG Rodríguez, María y PÉREZ, Iñiga (2007). Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Enfermería Universitaria*, 4(1), 35-38.

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358741821004>

ISSN: 1665-7063

ÑAUPAS, Humberto et al. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. 4.<sup>a</sup> ed. Bogotá D.C.: Ediciones de la U, 538 pp.

ISBN: 9789587621884

PANCAR, Erhan y KUMANDAS, Aytug (2021). The Effects of Geocell Height and Lime Stabilization on Unpaved Road Settlements at Different Water Contents. *Advances in Civil Engineering*, 2021, 1-8.

Disponible en <https://doi.org/10.1155/2021/9190792>

ISSN: 1687-8086

PATAZCA, Marcos (2019). Estabilización de la subrasante utilizando geoceldas para mejorar la transitabilidad en el tramo de la cuadra 18 de la Av. Morales Duárez – Callao. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Callao: Universidad César Vallejo, 98 pp.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73259>

RUCKS, L. et al. (2004). Propiedades Físicas del Suelo. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Montevideo: Universidad de la República, 68 pp.

Disponible en <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>

SANTA CRUZ, Jorge (2019). Determinación del espesor de mejoramiento de subrasante con presencia de suelos blandos. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana Unión, 280 pp.

Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12840/2223>

SANTISTEBAN, Ericson (2019). Evaluación de la estructura de pavimento flexible con la aplicación de geoceldas en Huaura – Huaura – Lima, 2019. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 220 pp.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45690>

SONG, Gaofeng et al. (2021). The use of geocell as soil stabilization and soil erosion countermeasures. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 12(1), 2155-2169.

Disponible en <https://sci-hub.se/10.1080/19475705.2021.1954555>

ISSN: 2155-2169

TAVAKOLI, Gholamhosein, BEHRAD, R. y MOGHADDAS, S. (2019). Scale effect on the behavior of geocell-reinforced soil. *Geotextiles and Geomembranas*, 47(2), 154-163.

Disponible en <https://sci-hub.se/10.1016/j.geotexmem.2018.12.003>

ISSN: 0266-1144

TAVAKOLI, Gholamhosein y MOTARJEMI, Fariba (2018). Interfacial properties of geocell-reinforced granular soils. *Geotextiles and Geomembranas*, 46(4), 384-395.

Disponible en <https://sci-hub.se/10.1016/j.geotexmem.2018.03.002>

ISSN: 0266-1144

ZHAO, Yang et al. (2021). Development and mechanical properties of HDPE/PA6 blends: Polymer-blend Geocells. *Geotextiles and Geomembranas*, 49(6), 1600-1612.

Disponible en <https://sci-hub.se/10.1016/j.geotexmem.2021.08.002>

ISSN: 0266-1144

## ANEXOS

### ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cómo se comporta el suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿Cuál es el valor del CBR del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas?</p> <p>¿Cuál es el valor de la expansión del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas?</p> <p>¿Cuál es el costo de inversión para construir la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Evaluar el comportamiento del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Determinar el valor del CBR del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas.</p> <p>Determinar la expansión del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas.</p> <p>Determinar el costo de inversión para construir la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima con y sin geoceldas.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>El empleo de geoceldas mejora el comportamiento del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b></p> <p>El empleo de geoceldas incrementa el valor del CBR del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima.</p> <p>El empleo de geoceldas disminuye la expansión del suelo de subrasante de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima.</p> <p>El empleo de geoceldas eleva el costo de inversión para la construcción de la vía no pavimentada en Supe - Barranca - Lima.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p><b>Geoceldas</b></p>	<p>Propiedades</p>	Resistencia a la tracción	<p>TIPO: APLICADA "Busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática" (Borja, 2012 p. 10).</p> <p>NIVEL: EXPLICATIVO "Es la investigación que explica la causa de un fenómeno" (Universidad Nacional de Callao, 2012 p. 16).</p> <p>DISEÑO: "Es la estrategia en la cual se plasman una serie de actividades bien estructuradas, sucesivas y organizadas, para abordar de forma adecuada el problema de la investigación" (Gómez, 2012 p.36).</p> <p>POBLACIÓN: "Es el conjunto de elementos finitos o infinitos, con propiedades similares, aptos para ser estudiado" (Valderrama, 2013 p. 182).</p> <p>MUESTRA: "Elementos que forman parte de la población y que pueden ser elegidos por el investigador mediante el muestreo probabilístico" (Borja, 2012 p. 32).</p>
					Rigidez elástica	
					Deformación permanente	
				Dimensión de la geocelda	Abertura	
			Altura			
			<p>Variable dependiente:</p> <p><b>Comportamiento del suelo</b></p>	<p>Propiedades y características del suelo con y sin geocelda</p>	CBR	
					Expansión	
				<p>Costo de inversión para construir la vía no pavimentada</p>	Costo sin geocelda	
Costo con geocelda						



## ANEXO N°2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable independiente:</b>  <b>Geoceldas</b>	Las geoceldas tienen una estructura tridimensional y están compuestas de polímeros sintéticos o naturales, utilizadas generalmente en el campo de la geotecnia para distribuir de mejor manera los esfuerzos, estabilizar taludes, etc. (Garzón y Henao, 2019)	Las geoceldas son utilizadas para estabilizar el suelo mediante su confinamiento	Propiedades de la geocelda	Resistencia a la tracción	De razón
				Rigidez elástica	
				Deformación permanente	
			Dimensión de la geocelda	Abertura	
				Altura	
<b>Variable dependiente:</b>  <b>Comportamiento del suelo</b>	El comportamiento del suelo está definido por sus propiedades físicas y mecánicas, ya que dependiendo de las características que presente el suelo este podrá soportar de mejor manera las condiciones del clima y las cargas generadas por el tránsito vehicular (Forero, 2019).	El comportamiento del suelo de subrasante está determinado por el CBR y asentamiento, los cuales pueden ser obtenidos mediante ensayos en el laboratorio.	Propiedades y características del suelo con y sin geocelda	CBR	De razón
				Expansión	
			Costo de inversión para construir la vía no pavimentada	Costo sin geocelda	
				Costo con geocelda	

**ANEXO N°3: INFORMES DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO PARA  
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO NATURAL**

INFORME N° 728 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES

TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELIDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"

UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1  
Muestra : M-1/KM: 3+000  
Usos : Relleno/Afirmado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado Retenido	(%) Acumulado Pasa
3"	76.200	-	-	100.0
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	0.4	0.4	99.6
1"	25.400	3.1	3.5	96.5
3/4"	19.050	4.4	7.9	92.1
3/8"	9.525	6.1	20.2	79.8
Nº4	4.760	3.8	23.9	76.1
Nº10	2.000	10.6	34.5	65.5
Nº40	0.426	41.4	75.9	24.1
Nº200	0.074	15.4	91.3	8.7
- Nº200		8.7		

Tamaño Máximo	2"
Tamaño Nominal	1 1/2"
% grava	23.9
% arena	67.4
% finos	8.7
D <sub>10</sub>	0.08 mm
D <sub>30</sub>	0.45 mm
D <sub>60</sub>	0.57 mm
Cu	7.2
Cc	4.483

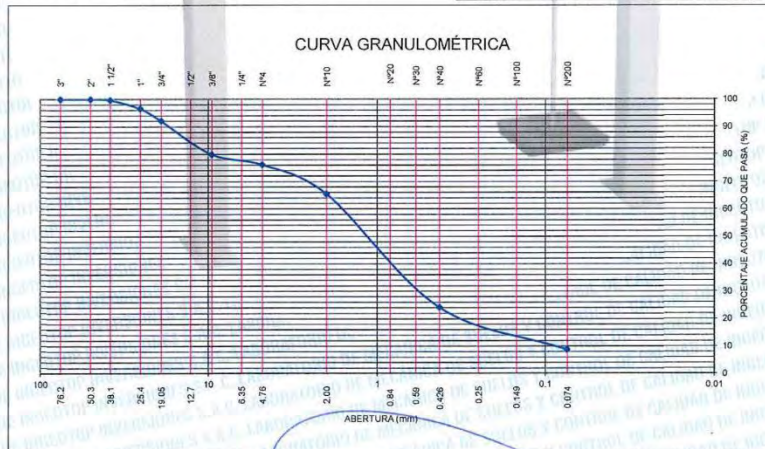
LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 / ASTM D4318

Límite Líquido (%)	24.5
Límite plástico (%)	19.5
Índice Plástico (%)	5.0

Método de Compactación - Proctor

Ø del Molde	4"	6"	
Método de Compactación - Proctor	A	B	C

Clasificación SUCS, ASTM D2487 : SP-SC  
Clasificación AASHTO, ASTM D3282 : A-1-b(0)  
Contenido de Humedad, ASTM D2216 : 4.8 %



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
Ejecutado por: Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes  
Revisado por: Ing. Ericson Santisteban Ayala



*Ericson Santisteban Ayala*  
ERICSON  
SANTISTEBAN AYALA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 252369



**INFORME N° 729 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE** : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
**TESIS** : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
**UBICACIÓN** : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA** : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

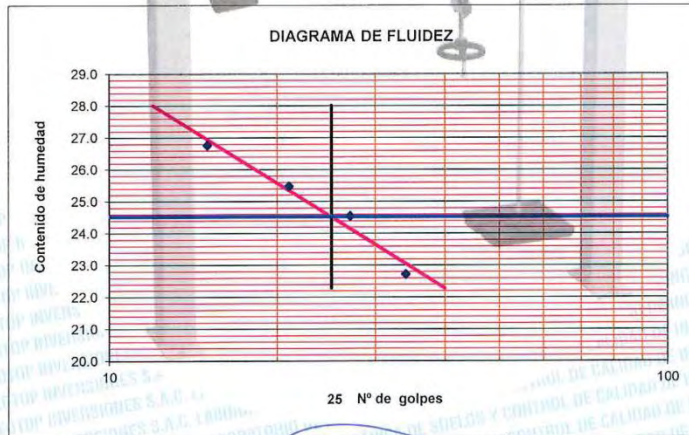
**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-1  
Muestra : M-1/KM. 3+000  
Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

**LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 / ASTM D4318**

DESCRIPCIÓN	U.M.	LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO			
		1	2	1	2	3	4
Prueba N°		1	2	1	2	3	4
Tara N°		2	4	11	9	20	15
N° de golpes				15	21	27	34
Tara + suelo humedo	(gr.)	23.3	23.8	38.3	39.4	42.7	40.9
Tara + suelo seco	(gr.)	22.9	23.3	34.6	35.7	38.5	37.2
Peso del agua	(gr.)	0.4	0.5	3.6	3.7	4.2	3.7
Peso de tara	(gr.)	21.1	21.0	21.0	21.1	21.3	21.0
Peso suelo seco	(gr.)	1.9	2.3	13.6	14.6	17.2	16.2
Contenido de humedad	(%)	19.6	19.3	26.8	25.5	24.5	22.7

Material pasante de la malla N° 40  
Límite Líquido : 24.5  Presenta? SI  
Límite Plástico : 19.5  Presenta? SI  
Índice de Plasticidad : 5.0



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes  
Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala



**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 252369



**INGEOTOP S.A.C.**  
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN - GEOTECNIA - GEOMÁTICA

**INFORME N° 730 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE** : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
**TESIS** : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELLOS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
**UBICACIÓN** : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA** : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**Cantera** : C-1  
**Muestra** : M-1/KM: 3+000  
**Prof.(m.)** : Relleno/Afirmado

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO - ASTM D 2216**

DESCRIPCIÓN	U.M.	ENSAYOS			
		1	2	3	4
Prueba N°		1			
Tara N°		1			
Tara + suelo humedo	(gr.)	500.00			
Tara + suelo seco	(gr.)	477.00			
Peso del agua	(gr.)	23.0			
Peso de tara	(gr.)				
Peso suelo seco	(gr.)	477.0			
Contenido de humedad	%	4.8			
Promedio de contenido de humedad	%	4.8			

**Nota.** Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
**Ejecutado por** : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes  
**Revisado por** : Ing. Ericson Santisteban Ayala



**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 252369

Av. Juan Velasco Alvarado Mza. "D" Lote "18" Urb. Los Pinos  
(01) 334 - 8883 - Rpm.: #969 529 831  
ingeotop\_esa@outlook.com - esantisteban@ingeotop.net.pe  
www.ingeotop.net.pe

Razón Social: INGEOTOP INVERSIONES S.A.C.  
R.U.C. N° 20601770408



**INGEOTOP S.A.C.**  
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN - GEOTECNIA - GEOMATICA

**INFORME N° 828 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELADAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1/KM:3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

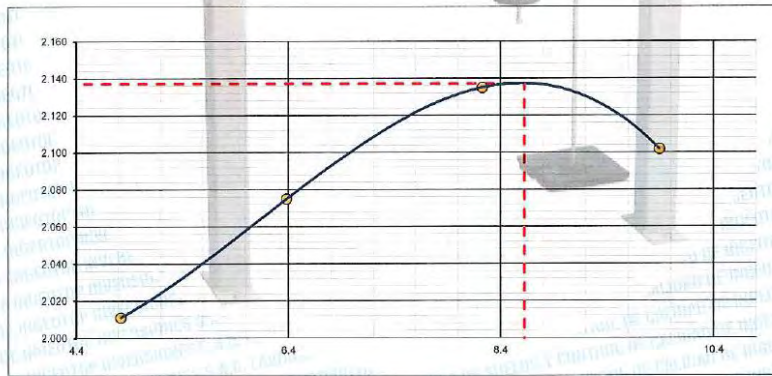
**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)  
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)**

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	2093	m3	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	6094	gr.	N° de golpes
								56 Glp
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>				1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde				gr. 19,306	10,714	10,930	10,928	
Peso Suelo Humedo Compactado				gr. 4,412	4,620	4,836	4,834	
Peso Volumetrico Humedo				gr. 2,108	2,207	2,311	2,310	
Recipiente Numero								
Peso Suelo Humedo + Tara				gr. 500	500	500	500	
Peso Suelo Seco + Tara				gr. 477.0	470.0	462.0	455.0	
Peso de la Tara				gr.				
Peso del agua				gr. 23.0	30.0	38.0	45.0	
Peso del suelo seco				gr. 477	470	462	455	
Contenido de agua				% 4.8	6.4	8.2	9.9	
Densidad Seca				gr/cc 2.011	2.073	2.135	2.102	

**RESULTADOS**

Densidad Máxima Seca	2.137	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.6	(%)
Densidad Máxima Seca Correjada		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por: Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por: Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



*Ericson Santisteban Ayala*  
**ERICSON**  
 SANTISTEBAN AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 252369

Av. Juan Velasco Alvarado Mza. "D" Lote "18" Urb. Los Pinos  
 (01) 334 - 8883 - Rpm.: #969 529 831  
 ingeotop\_esa@outlook.com - esantisteban@ingeotop.net.pe  
 www.ingeotop.net.pe

Razón Social: INGEOTOP INVERSIONES S.A.C.  
 R.U.C. N° 20601770408

INFORME N° 829 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELADAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM:3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

CALCULO DEL CBR						
Molde N°	1		8		4	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13690		13378		13258	
Peso de molde (g)	9780		8656		8811	
Peso del suelo húmedo (g)	4880		4682		4445	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2105		2129		2137	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.318		2.199		2.080	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
Peso suelo seco + tara (g)	462.0	462.0	462.0	462.0	462.0	462.0
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0
Peso de suelo seco (g)	462.0	462.0	462.0	462.0	462.0	462.0
Contenido de humedad (%)	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.142	2.032	2.032	1.922	1.922	1.922

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
25/10/22	10:30	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
26/10/22	10:30	24	8	0.152	0.133	4	0.102	0.088	3	0.076	0.066
27/10/22	10:30	48	9	0.229	0.198	5	0.127	0.110	5	0.127	0.110
28/10/22	10:30	72	16	0.406	0.353	8	0.203	0.177	5	0.127	0.110
29/10/22	10:30	96	25	0.635	0.552	11	0.279	0.243	7	0.178	0.155

PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-08		MOLDE N°		M-04	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	putg.	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	kg	%
0.000	0.000			0				0				0			
0.635	0.025			71				58				51			
1.270	0.050			373				194				95			
1.905	0.075			721				405				227			
2.540	0.100	70.455		976	1.017	58.6		602	685	38.1		392	498	27.7	
3.810	0.150			1594				973				624			
5.080	0.200	105.68		1993	2.027	75.2		1287	1,368	50.7		890	1,009	37.4	
6.350	0.250			2409				1622				1180			
7.620	0.300			2859				1956				1448			
10.160	0.400														
12.700	0.500														

OBSERVACIONES : Anillo: 1000 Kilos

Note: Muestra ramificada e identificada por el Solicitudante  
 Revisado por: Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por: Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaime



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 INGEOTOP INVERSIONES S.A.C.  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ERICSON SANTISTEBAN AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 252369

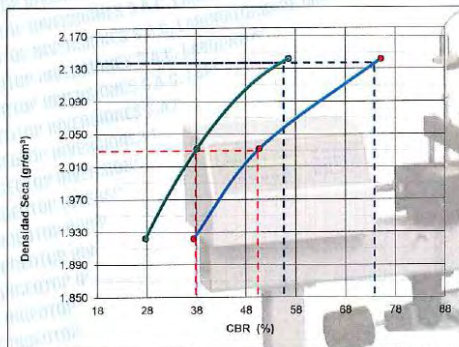
**INFORME N° 830 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM:3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**

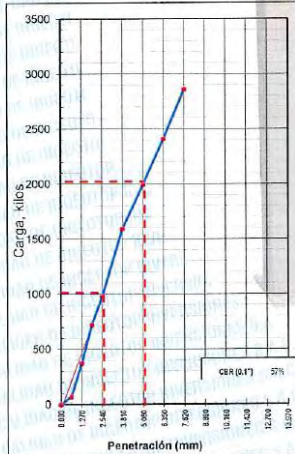


METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-190
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.137
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.030

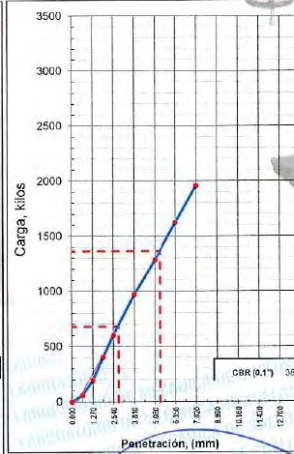
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 55.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 37.9 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 73.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 50.4 %

OBSERVACIONES:

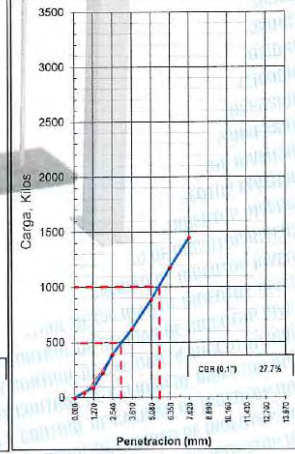
EC = 66 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



*[Signature]*  
**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 252369





**INFORME N° 731 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES

TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"

UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA

FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-2  
Muestra : M-1/KM: 5+000  
Usos : Relleno/Afirmado

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado)	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	100,0
2"	50.300	-	-	100,0
1 1/2"	38.100	1.0	1.0	99.0
1"	25.400	2.0	2.9	97.1
3/4"	19.050	5.1	8.0	92.0
3/8"	9.525	6.3	20.3	79.7
Nº4	4.760	4.2	24.5	75.5
Nº10	2.000	11.8	36.3	63.7
Nº40	0.426	40.2	76.5	23.5
Nº200	0.074	16.0	92.5	7.5
- Nº200		7.5		

Tamaño Máximo	: 2"
Tamaño Nominal	: 1 1/2"
% grava	: 24.5
% arena	: 68.0
% finos	: 7.5
D <sub>10</sub>	: 0.08 mm
D <sub>30</sub>	: 0.45 mm
D <sub>60</sub>	: 0.57 mm
Cu	: 6.9
Cc	: 4.270

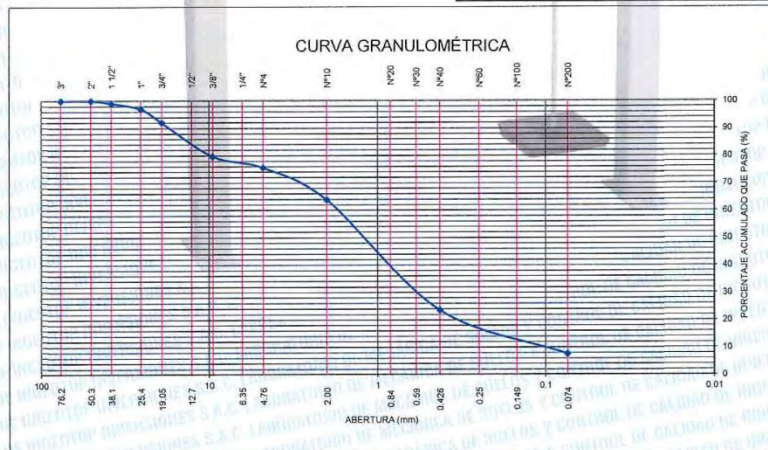
**LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 / ASTM D4318**

Límite Líquido (%)	: 23.4
Límite plástico (%)	: 18.9
Índice Plástico (%)	: 4.5

Clasificación SUCS, ASTM D2487 : SP-SC  
Clasificación AASHTO, ASTM D3282 : A-1-b(0)  
Contenido de Humedad, ASTM D2216 : 5.3 %

**Método de Compactación - Proctor**

Ø del Molde	4"	6"	
Método de Compactación - Proctor	A	B	C



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes  
Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD INGEOTOP INVERSIONES S.A.C.**  
JEFE DE LABORATORIO  
**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 252369



**INFORME N° 732 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

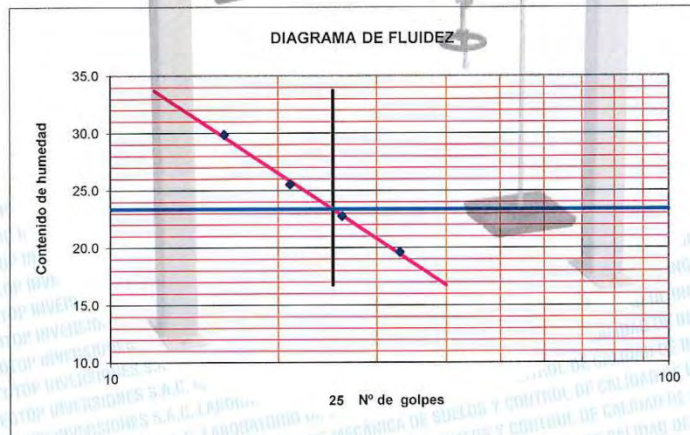
**SOLICITANTE** : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
**TESIS** : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
**UBICACIÓN** : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA** : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2020

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-2  
 Muestra : M-1/KM: 5+000  
 Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

**LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 / ASTM D4318**

DESCRIPCIÓN	U.M.	LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO			
		1	2	1	2	3	4
Tara N°		11	12	16	18	9	7
N° de golpes				16	21	26	33
Tara + suelo humedo	(gr.)	23.3	23.9	38.0	39.0	41.9	40.6
Tara + suelo seco	(gr.)	22.9	23.4	34.2	35.5	38.0	37.5
Peso del agua	(gr.)	0.3	0.4	3.8	3.5	3.9	3.1
Peso de tara	(gr.)	21.0	21.2	21.4	21.8	21.1	21.5
Peso suelo seco	(gr.)	1.9	2.3	12.8	13.7	17.0	16.0
Contenido de humedad	(%)	18.2	19.5	29.9	25.5	22.7	19.6
Material pasante de la malla N° 40							
Límite Líquido	: 23.4			Presenta?	SI		
Límite Plástico	: 18.9			Presenta?	SI		
Índice de Plasticidad	: 4.5						



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes  
 Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala



**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 252369



**INFORME N° 735 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES**

**TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELIDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"**

**UBICACIÓN : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA**

**FECHA : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2020**

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-2  
Muestra : M-1/KM: 5+000  
Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS (MTC E-206 / NTP 400.021)**

DESCRIPCIÓN	U.M.	ENSAYOS			PROMEDIO
		1	2	3	
PRUEBA N°					
A. Peso de la muestra seca en el aire	gr.	2458.0	2840.0		
B. Peso de la muestra surada superficialmente seca en el aire	gr.	2482.0	2878,0		
C. Peso en el agua de la muestra saturada	gr.	1465.0	1721.0		
Peso especifico de masa (A/(B-C))	g/cm <sup>3</sup>	2.417	2.455		2.436
Peso especifico de masa saturado con superficie seca B/(B-C)	g/cm <sup>3</sup>	2.441	2.487		2.464
Peso especifico aparente A/(A-C)	g/cm <sup>3</sup>	2.475	2.538		2.507
Absorción de agua (B-A)/A	%	0.976	1.338		1.157

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*

**Ejecución : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes**

**Revisión : Ing. Ericson Santisteban Ayala**



**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. CIP N° 252369

INFORME N° 736 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELADAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

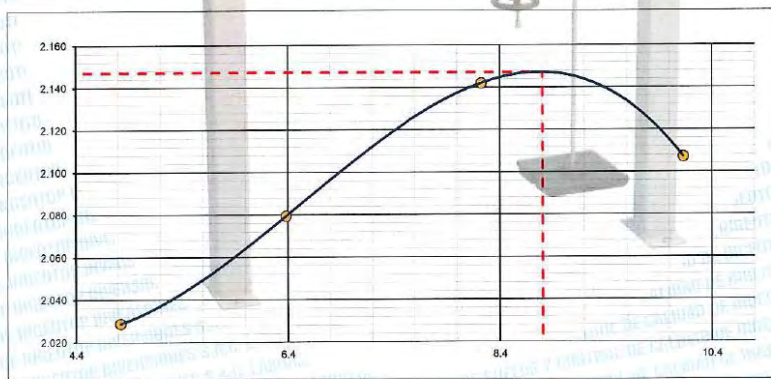
Calicata : C-2  
 Muestra : M-1/KM: 5-000  
 Usos : Relleno/Afirmado

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)									
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	2093	m3.	N° de capas	5	
Metodo	A	B	C	Peso Molde	6094	gr.	N° de golpes	56 Glp	
NUMERO DE ENSAYOS									
Peso Suelo + Molde	gr.	10,545	10,724	10,946	10,951				
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,451	4,630	4,852	4,857				
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,227	2,212	2,318	2,321				
Recipiente Numero									
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	509	500	500	500				
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	477,0	470,0	462,0	454,0				
Peso de la Tara	gr.								
Peso del agua	gr.	23,0	30,0	38,0	46,0				
Peso del suelo seco	gr.	477	470	462	454				
Contenido de agua	%	4,8	6,4	8,2	10,1				
Densidad Seca	gr/cc	2,029	2,079	2,142	2,107				

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2,147	(gr/cm3)	Humedad óptima	8,8	(%)
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por: Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por: Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 INGEOTOP INVERSIONES S.A.C.  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ERICSON SANTISTEBAN AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 252369



**INGEOTOP S.A.C.**  
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN - GEOTECNIA - GEOMATICA

**INFORME N° 737 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE BARRANCA  
SERVICIO : SERVICIO PARA LA EJECUCION DEL MANTENIMIENTO PERIODICO Y RUTINARIO DEL CAMINO VECINAL DE LA RUTA N°532 - TRAYECTORIA "EMP. LM-529 (VIRGEN DE LAS MERCEDES) - BOCANAL - MICAELA BASTIDAS"  
UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-2  
Muestra : M-17KM: 5+000  
Usos : Relleno/Afirmado

**CALCULO DEL CBR**

	1		8		4	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	56		25		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13650	8780	13378	9696	13238	8811
Peso de molde (g)	4870	4682	4682	4427	4427	4427
Peso del suelo húmedo (g)	2105	2129	2129	2137	2137	2137
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2.314	2.199	2.199	2.072	2.072	2.072
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )						
Tara (N°)	500.0		500.0		500.0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	463.0	463.0	463.0	464.0	464.0	464.0
Peso suelo seco + tara (g)						
Peso de tara (g)	37.0	37.0	37.0	38.0	38.0	38.0
Peso de agua (g)	463.0	463.0	463.0	464.0	464.0	464.0
Contenido de humedad (%)	8.0	8.0	8.0	7.8	7.8	7.8
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.142	2.036	2.036	1.922	1.922	1.922

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
				24/10/22	10:30		0	0		0.000	0.000
25/10/22	10:30	24	6	0.152	0.133	4	0.102	0.088	3	0.075	0.066
26/10/22	10:30	48	9	0.229	0.196	5	0.127	0.110	5	0.127	0.110
27/10/22	10:30	72	16	0.406	0.353	8	0.203	0.177	5	0.127	0.110
28/10/22	10:30	96	25	0.635	0.552	11	0.279	0.243	7	0.178	0.165

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA		M-01		MOLDE N°		M-08		MOLDE N°		M-04		
		STAND.	CARGA	CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
mm	ulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0			0				0			
0.635	0.025			71			58				51			
1.270	0.050			373			194				95			
1.905	0.075			721			405				227			
2.540	0.100	70.455		976	1.017	56.6	802	685	38.1		392	498	27.7	
3.810	0.150			1694			973				624			
5.080	0.200	105.68		1993	2.027	75.2	1287	1,398	50.7		890	1,009	37.4	
6.350	0.250			2409			1622				1180			
7.620	0.300			2859			1956				1448			
10.160	0.400													
12.700	0.500													

OBSERVACIONES : Anillo: 1000 Kilos

Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
Revisado por: Ing. Ericson Santisteban Ayala  
Ejecutado por: Sr. Samuel Oliver Cruz Jimena



Av. Juan Velasco Alvarado Mza. "D" Lote "18" Urb. Los Pinos  
(01) 334 - 8883 - Rpm.: #969 529 831  
ingeotop\_esa@outlook.com - esantisteban@ingeotop.net.pe  
www.ingeotop.net.pe

Razón Social: INGEOTOP INVERSIONES S.A.C.  
R.U.C. N° 20601770408



**INGEOTOP S.A.C.**  
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN - GEOTECNIA - GEOMÁTICA

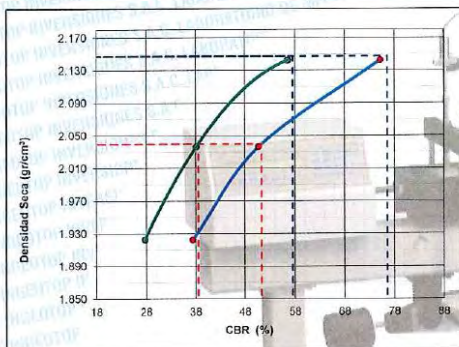
**INFORME Nº 738 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE BARRANCA  
SERVICIO : SERVICIO PARA LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO PERIÓDICO Y RUTINARIO DEL CAMINO VECINAL DE LA RUTA N°532 - TRAYECTORIA "EMP. LM-529 (VIRGEN DE LAS MERCEDES) - BOCANAL - MICAELA BASTIDAS"  
UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-2  
Muestra : M-1/KM: 5+000  
Usos : Relleno/Afirmado

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**

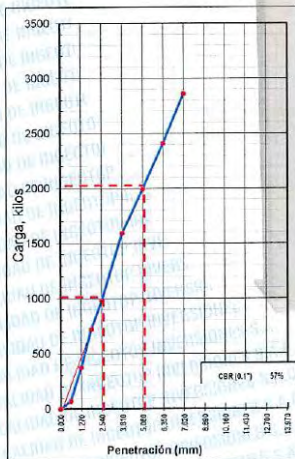


METODO DE COMPACTACION	
METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.147
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.8
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.040

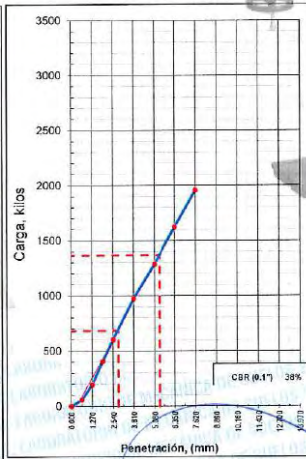
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 57.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 38.5 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 76.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 51.3 %

**OBSERVACIONES:**

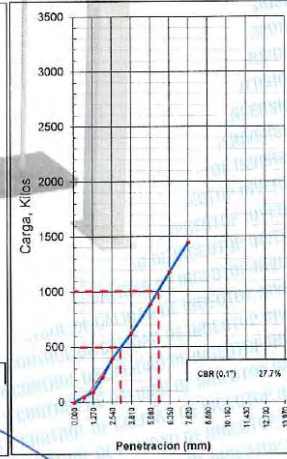
EC = 58 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
Ejecutado por : Sr. Samuel Quispe Ortiz Jaimes



**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 252369

Av. Juan Velasco Alvarado Mza. "D" Lote "18" Urb. Los Pinos  
(01) 334 - 8883 - Rpm.: #969 529 831  
ingetop\_esa@outlook.com - esantisteban@ingetop.net.pe  
www.ingetop.net.pe

Razón Social: INGEOTOP INVERSIONES S.A.C.  
R.U.C. N° 20601770408

INFORME N° 839 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 SERVICIO : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELADAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

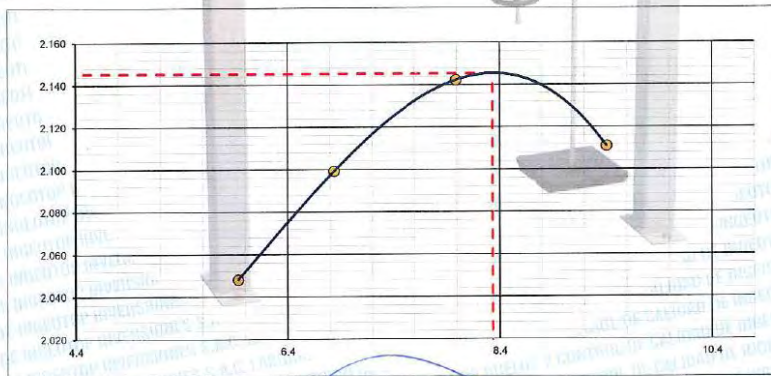
Cantera : C-3  
 Muestra : M-1KM: 6+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)									
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	2093	m3.	N° de capas	5	
Metodo	A	B	C	Peso Molde	6094	gr.	N° de golpes	56 G/p	
NUMERO DE ENSAYOS									
Peso Suelo + Molde				gr.	10.335	10.788	10.930	10.528	
Peso Suelo Humedo Compactado				gr.	4.541	4.604	4.842	4.834	
Peso Volumetrico Humedo				gr.	2.770	2.243	2.313	2.310	
Recipiente Numero									
Peso Suelo Humedo + Tara				gr.	500	500	500	500	
Peso Suelo Seco + Tara				gr.	472.0	468.0	463.0	457.0	
Peso de la Tara				gr.					
Peso del agua				gr.	28.0	32.0	37.0	43.0	
Peso del suelo seco				gr.	472	468	463	457	
Contenido de agua				%	5.9	6.8	8.0	9.4	
Densidad Seca				gr/cc	2.048	2.093	2.142	2.111	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.145	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.3	(%)
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por: Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por: Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimos



ERICSON  
 SANTISTEBAN AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 252369



**INFORME N° 739 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE :** SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
**SERVICIO :** SERVICIO PARA LA EJECUCION DEL MANTENIMIENTO PERIODICO DEL CAMINO VECINAL DE LA RUTA LM-532: TRAYECTORIA "EMP. LM-529 (VIRGEN DE LAS MERCEDES) - BOCANAL - MICAELA BASTIDAS"  
**UBICACION :** DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA :** 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-3  
Muestra : M-1/KM:8+000  
Usos : Relleno/Afirmado

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado)	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	100.0
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	0.6	0.6	99.4
1"	25.400	3.7	4.3	95.7
3/4"	19.050	3.6	7.9	92.1
3/8"	9.525	7.4	21.2	78.8
N°4	4.760	4.9	26.1	73.9
N°10	2.000	10.3	36.3	63.7
N°40	0.426	40.5	76.8	23.2
N°200	0.074	15.2	92.0	8.0
- N°200		8.0		

Tamaño Máximo	: 2"
Tamaño Nominal	: 1 1/2"
% grava	: 26.1
% arena	: 65.9
% finos	: 8.0
D <sub>10</sub>	: 0.08 mm
D <sub>50</sub>	: 0.45 mm
D <sub>60</sub>	: 0.57 mm
Cu	: 7.1
Cc	: 4.360

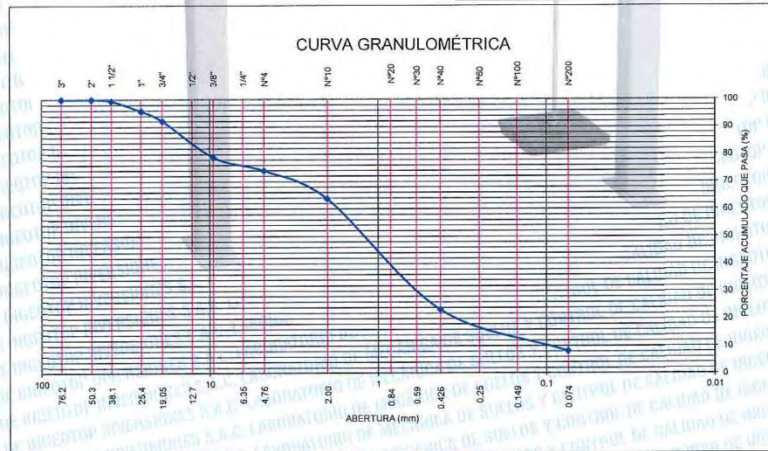
**LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 / ASTM D4318**

Límite Líquido (%)	: 26.4
Límite plástico (%)	: 21.4
Índice Plástico (%)	: 5.0

Clasificación SUCS, ASTM D2487 : SP-SC  
Clasificación AASHTO, ASTM D3282 : A-1-b(0)  
Contenido de Humedad, ASTM D2216 : 4.2 %

**Método de Compactación - Proctor**

Ø del Molde	4"	6"	
Método de Compactación - Proctor	A	B	C



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
Ejecutado por : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala







**INFORME N° 740 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE** : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
**SERVICIO** : SERVICIO PARA LA EJECUCION DEL MANTENIMIENTO PERIODICO DEL CAMINO VECINAL DE LA RUTA LM-532: TRAYECTORIA "EMP. LM-529 (VIRGEN DE LAS MERCEDES) - BOCANAL - MICAELA BASTIDAS"  
**UBICACIÓN** : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA** : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

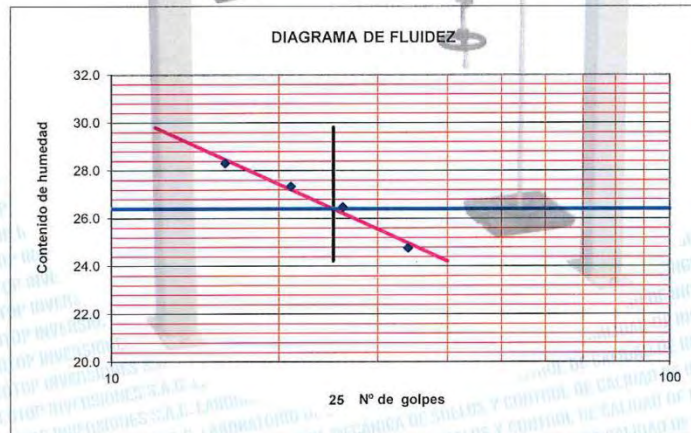
Calicata : C-3  
Muestra : M-1/KM.8+000  
Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

**LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 / ASTM D4318**

DESCRIPCIÓN	U.M.	LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO			
		1	2	1	2	3	4
Tara N°		9	5	16	11	21	10
N° de golpes				16	21	26	34
Tara + suelo humedo	(gr.)	23.4	23.7	38.6	39.3	42.4	41.1
Tara + suelo seco	(gr.)	23.0	28.2	34.8	35.4	37.9	37.1
Peso del agua	(gr.)	0.4	0.5	3.8	3.9	4.5	4.0
Peso de tara	(gr.)	21.1	21.0	21.4	21.0	21.0	21.1
Peso suelo seco	(gr.)	1.9	2.3	13.4	14.4	17.0	16.0
Contenido de humedad	(%)	22.3	20.4	28.3	27.3	26.5	24.8

Material pasante de la malla N° 40

Límite Líquido	: 26.4	Presenta?	SI
Límite Plástico	: 21.4	Presenta?	SI
Índice de Plasticidad	: 5.0		



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecutado por : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD INGEOTOP INVERSIONES S.A.C.**  
JEFE DE LABORATORIO  
**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 252369



**INGEOTOP S.A.C.**  
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN - GEOTECNIA - GEOMATICA

**INFORME N° 741 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE** : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
SERVICIO PARA LA EJECUCION DEL MANTENIMIENTO  
**SERVICIO** : PERIODICO DEL CAMINO VECINAL DE LA RUTA LM-532:  
TRAYECTORIA "EMP. LM-529 (VIRGEN DE LAS MERCEDES) -  
BOCANAL - MICAELA BASTIDAS"  
**UBICACIÓN** : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA** : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-3  
Muestra : M-1/KM:8+000  
Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO - ASTM D 2216**

DESCRIPCIÓN	U.M.	ENSAYOS			
		1	2	3	4
Prueba N°		1			
Tara N°		1-3			
Tara + suelo humedo	(gr.)	500.00			
Tara + suelo seco	(gr.)	480.00			
Peso del agua	(gr.)	20.0			
Peso de tara	(gr.)				
Peso suelo seco	(gr.)	480.0			
Contenido de humedad	%	4.2			
Promedio de contenido de humedad	%		4.2		

Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
Ejecutado por : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala



*Ericson Santisteban Ayala*  
**ERICSON**  
**SANTISTEBAN AYALA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 252369

Av. Juan Velasco Alvarado Mza. "D" Lote "18" Urb. Los Pinos  
(01) 334 - 8883 - Rpm.: #969 529 831  
ingeotop\_esa@outlook.com - esantisteban@ingeotop.net.pe  
www.ingeotop.net.pe

Razón Social: INGEOTOP INVERSIONES S.A.C.  
R.U.C. N° 20601770408



**INGEOTOP S.A.C.**  
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN - GEOTECNIA - GEOMÁTICA

**INFORME N° 840 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-3  
 Muestra : M-1/KM. 8+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**CALCULO DEL CBR**

Molde N°	1		8		4	
	5		5		5	
Capas N°	50		25		12	
Golpes por capa N°	50		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13665	9780	13378	8696	13285	8811
Peso de molde (g)	4885	4885	4682	4454	4454	4454
Peso del suelo húmedo (g)	2105	2105	2129	2137	2137	2137
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2.321	2.321	2.199	2.199	2.084	2.084
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )						
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
Peso suelo seco + tara (g)	462.0	462.0	462.0	462.0	463.0	463.0
Peso de tara (g)	38.0	38.0	38.0	38.0	37.0	37.0
Peso de agua (g)	462.0	462.0	462.0	462.0	463.0	463.0
Peso de suelo seco (g)	8.2	8.2	8.2	8.2	8.0	8.0
Contenido de humedad (%)	2.144	2.144	2.032	2.032	1.930	1.930
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )						

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/10/22	10:30	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
25/10/22	10:30	24	6	0.152	0.133	4	0.102	0.088	3	0.076	0.066
26/10/22	10:30	48	9	0.229	0.195	5	0.127	0.110	5	0.127	0.110
27/10/22	10:30	72	16	0.406	0.353	8	0.203	0.177	5	0.127	0.110
28/10/22	10:30	96	25	0.635	0.552	11	0.279	0.243	7	0.178	0.155

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-08		MOLDE N°		M-04	
		STAND.	CARGA	CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION		CORRECCION	
mm	ulg.	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	kg	%
0.000	0.000			0				0				0			
0.635	0.025			71				58				51			
1.270	0.050			373				194				95			
1.905	0.075			721				405				227			
2.540	0.100	70.455		1000	1.041	57.9		818	701	39.0		401	510	28.4	
3.810	0.150			1633				995				639			
5.080	0.200	105.68		2041	2.076	77.0		1318	1.401	51.9		911	1.033	38.3	
6.350	0.250			2487				1661				1209			
7.620	0.300			2927				2003				1483			
10.160	0.400														
12.700	0.500														

OBSERVACIONES : Anillo: 1000 Kilos

Nota: Muestra ramificada e identificada por el Solicitante  
 Revisado por: Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por: Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



Av. Juan Velasco Alvarado Mza. "D" Lote "18" Urb. Los Pinos  
 (01) 334 - 8883 - Rpm.: #969 529 831  
 ingeotop\_esa@outlook.com - esantisteban@ingeotop.net.pe  
 www.ingeotop.net.pe

Razón Social: INGEOTOP INVERSIONES S.A.C.  
 R.U.C. N° 20601770408



**INGEOTOP S.A.C.**  
CONSULTORÍA · CONSTRUCCIÓN · GEOTECNIA · GEOMÁTICA

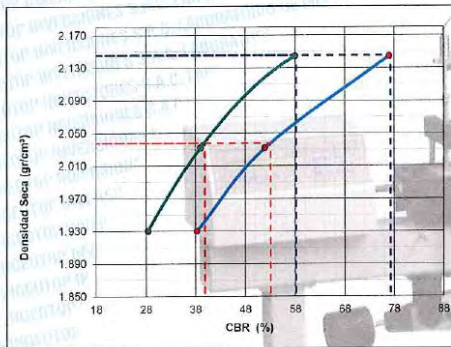
**INFORME N° 841 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
SERVICIO : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELIDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-3  
Muestra : M-1/KM: 8+000  
Usos : Relleno/Afirmado

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**

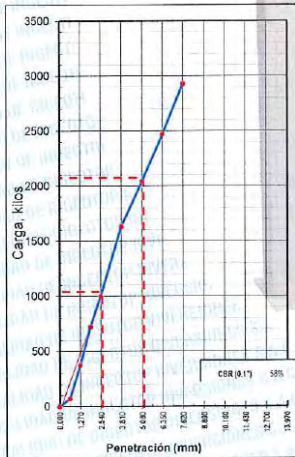


METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.145
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.038

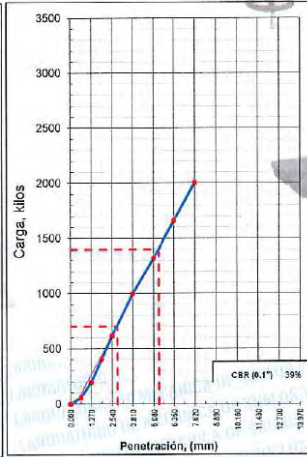
<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 58.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 39.9 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 77.3 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 53.0 %

**OBSERVACIONES:**

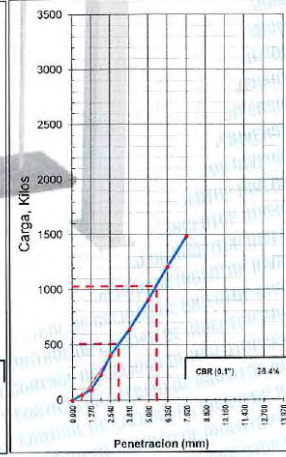
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



*Ericson Santisteban Ayala*  
**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 252369

Av. Juan Velasco Alvarado Mza. "D" Lote "18" Urb. Los Pinos  
(01) 334 - 8883 - Rpm.: #969 529 831  
ingeotop\_esa@outlook.com - esantisteban@ingeotop.net.pe  
www.ingeotop.net.pe

Razón Social: INGEOTOP INVERSIONES S.A.C.  
R.U.C. N° 20601770408

**ANEXO N°4: INFORMES DE LOS ENSAYOS DEL SUELO CON Y SIN GEOCELDA  
EN EL LABORATORIO**



**INFORME N° 852 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELIDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM:3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**CALCULO DEL CBR CON GEOCELDA ( 20 X 50 CM)**

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	468		234		117	
Golpes por capa N°	468		234		117	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	83570		81469		79221	
Peso de molde (g)	41860		41920		41790	
Peso del suelo húmedo (g)	41710		39549		37431	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	18000		18000		18000	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.317		2.197		2.080	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.0		500.0		500.0	
Peso suelo seco + tara (g)	462.0		462.0		462.0	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	38.0		38.0		38.0	
Peso de suelo seco (g)	462.0		462.0		462.0	
Contenido de humedad (%)	8.2		8.2		8.2	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.141		2.030		1.921	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
04/11/22	08:30	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
05/11/22	08:30	24	0	0.000	0.000	2	0.051	0.044	3	0.076	0.066
06/11/22	08:30	48	0	0.000	0.000	5	0.127	0.110	6	0.152	0.133
07/11/22	08:30	72	2	0.051	0.044	13	0.330	0.287	10	0.254	0.221
08/11/22	08:30	96	4	0.102	0.088	15	0.381	0.331	23	0.584	0.508

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	kg	%
0.000	0.000			0				0				0			
0.635	0.025			28				23				20			
1.270	0.050			145				76				37			
1.905	0.075			281				158				89			
2.540	0.100	70.455		381	397	22.1		235	267	14.9		153	194	10.8	
3.810	0.150			622				379				243			
5.080	0.200	105.68		777	791	29.3		502	533	19.8		347	393	14.6	
6.350	0.250			939				633				460			
7.620	0.300			1115				763				565			
10.160	0.400														
12.700	0.500														

OBSERVACIONES : Anillo: 1000 Kilos

Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por: Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por: Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



ERICSON  
 SANTISTEBAN AYALA  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369

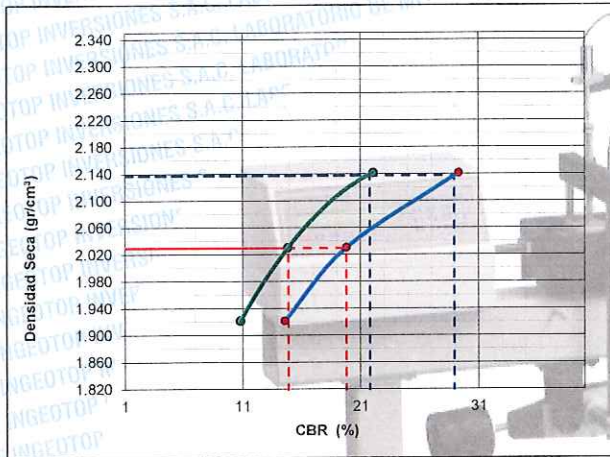
**INFORME N° 853 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE :** SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
**TESIS :** "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
**UBICACION :** DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA :** 08 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM:3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR CON GEOCELDA (20 X 50 CM)**

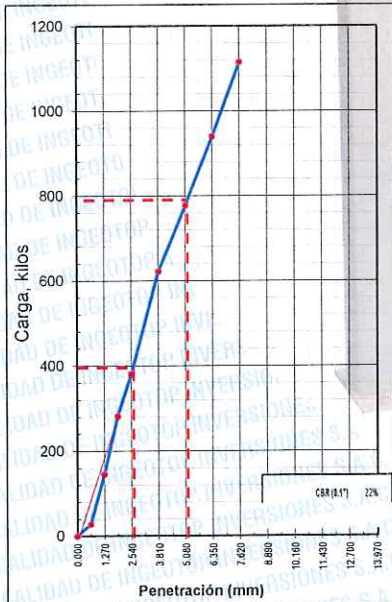


<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASHTO T-180
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 2.137
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	: 8.6
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 2.030

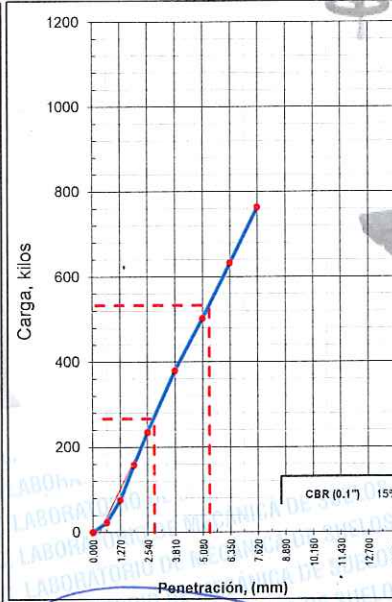
<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 21.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 14.9 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 28.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 19.8 %

**OBSERVACIONES:**

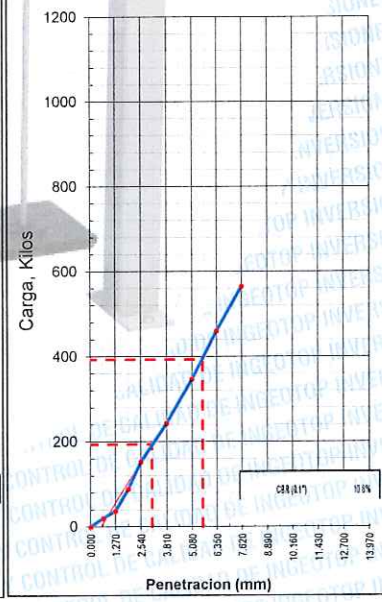
EC = 468 GOLPES



EC = 234 GOLPES



EC = 117 GOLPES



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimés



*Ericson Santisteban Ayala*  
**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369

**INFORME N° 854 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELIDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 03 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM:3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**CALCULO DEL CBR SIN GEOCELDA ( 20 X 50 CM)**

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	468		234		117	
Golpes por capa N°	468		234		117	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	83580		81495		79230	
Peso de molde (g)	41860		41920		41790	
Peso del suelo húmedo (g)	41720		39575		37440	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	18000		18000		18000	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.318		2.199		2.080	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.0		500.0		500.0	
Peso suelo seco + tara (g)	462.0		462.0		462.0	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	38.0		38.0		38.0	
Peso de suelo seco (g)	462.0		462.0		462.0	
Contenido de humedad (%)	8.2		8.2		8.2	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.142		2.032		1.922	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
30/10/22	08:30	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
31/10/22	08:30	24	3	0.076	0.066	6	0.152	0.133	10	0.254	0.221
01/11/22	08:30	48	7	0.178	0.155	13	0.330	0.287	25	0.635	0.552
02/11/22	08:30	72	13	0.330	0.287	27	0.688	0.596	45	1.143	0.994
03/11/22	08:30	96	29	0.737	0.641	32	0.813	0.707	50	1.270	1.104

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°			M-01			MOLDE N°			M-02			MOLDE N°			M-03			
		STAND.		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0				0				0				0				0		
0.635	0.025			21				17				15				15				15		
1.270	0.050			112				58				28				28				28		
1.905	0.075			216				122				68				68				68		
2.540	0.100	70.455		293	305	17.0		181	205	11.4		118	149	8.3		118	149	8.3		118	149	8.3
3.810	0.150			478				292				187				187				187		
5.080	0.200	105.68		598	608	22.6		386	410	15.2		267	303	11.2		267	303	11.2		267	303	11.2
6.350	0.250			723				487				354				354				354		
7.620	0.300			858				587				435				435				435		
10.160	0.400																					
12.700	0.500																					

OBSERVACIONES : Anillo: 1000 Kilos

Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por: Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por: Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369



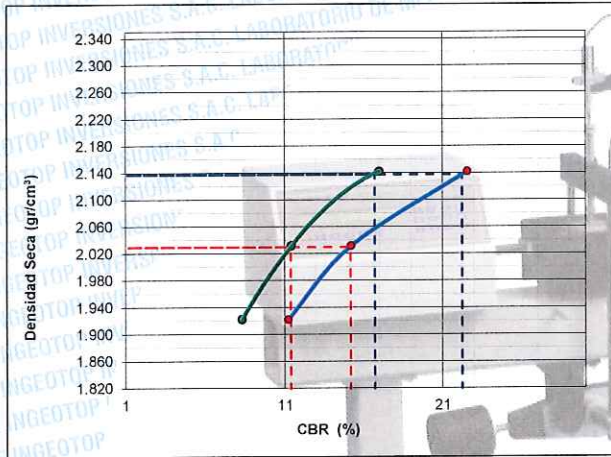
**INFORME N° 855 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE :** SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
**TESIS :** "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
**UBICACION :** DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA :** 03 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM:3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR SIN GEOCELDA (20 X 50 CM)**



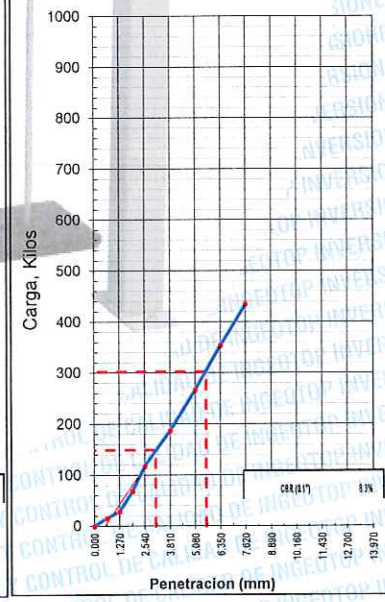
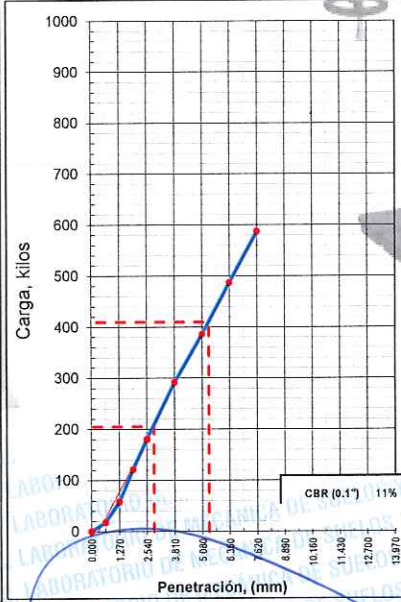
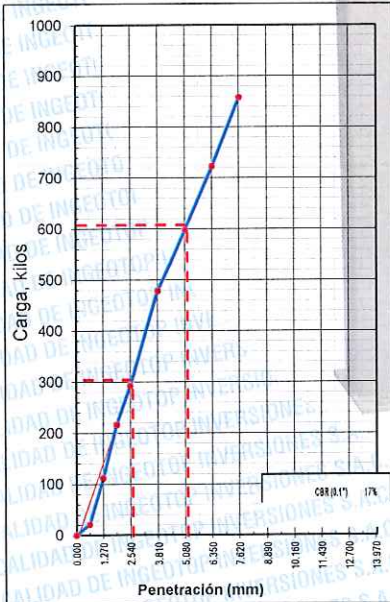
<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	: 2.137
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	: 2.030

<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 16.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 11.4 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 22.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 15.2 %
<b>OBSERVACIONES:</b>	

EC = 468 GOLPES

EC = 234 GOLPES

EC = 117 GOLPES



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



*[Signature]*

**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369

**INFORME N° 856 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE BARRANCA  
 SERVICIO : SERVICIO PARA LA EJECUCION DEL MANTENIMIENTO PERIODICO Y RUTINARIO DEL CAMINO VECINAL DE LA RUTA N°532 - TRAYECTORIA "EMP. LM-529 (VIRGEN DE LAS MERCEDES) - BOCANAL - MICAELA BASTIDAS"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 13 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-2  
 Muestra : M-1/KM: 5+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**CALCULO DEL CBR CON GEOCELDA (20 x 50 CM)**

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	468		234		117	
Golpes por capa N°	468		234		117	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	83574		81489		79228	
Peso de molde (g)	41860		41920		41790	
Peso del suelo húmedo (g)	41714		39569		37438	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	18000		18000		18000	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.317		2.198		2.080	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.0		500.0		500.0	
Peso suelo seco + tara (g)	463.0		463.0		464.0	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	37.0		37.0		36.0	
Peso de suelo seco (g)	463.0		463.0		464.0	
Contenido de humedad (%)	8.0		8.0		7.8	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.146		2.036		1.930	

**EXPANSION**

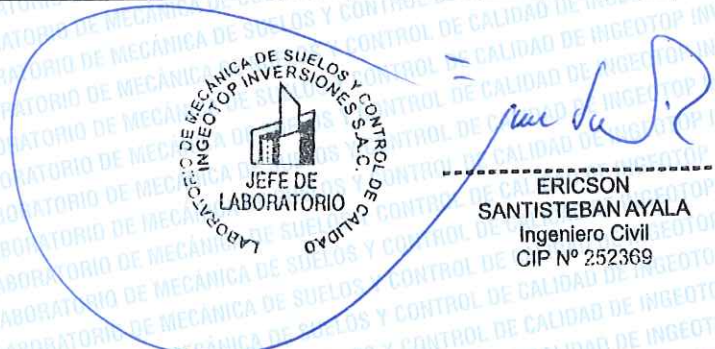
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/11/22	11:30	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
15/11/22	11:30	24	0	0.000	0.000	3	0.076	0.066	5	0.127	0.110
16/11/22	11:30	48	0	0.000	0.000	3	0.076	0.066	12	0.305	0.265
17/11/22	11:30	72	2	0.051	0.044	11	0.279	0.243	17	0.432	0.375
18/11/22	11:30	96	2	0.051	0.044	11	0.279	0.243	21	0.533	0.464

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
mm	pulg.	kg/cm2													
0.000	0.000			0				0				0			
0.635	0.025			35				28				24			
1.270	0.050			182				96				45			
1.905	0.075			352				199				107			
2.540	0.100	70.455		477	496	27.6		294	333	18.5		185	235	13.1	
3.810	0.150			778				475				295			
5.080	0.200	105.68		973	990	36.7		626	664	24.6		420	477	17.7	
6.350	0.250			1176				788				558			
7.620	0.300			1396				950				684			
10.160	0.400														
12.700	0.500														

OBSERVACIONES : Anillo: Anillos

Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimas



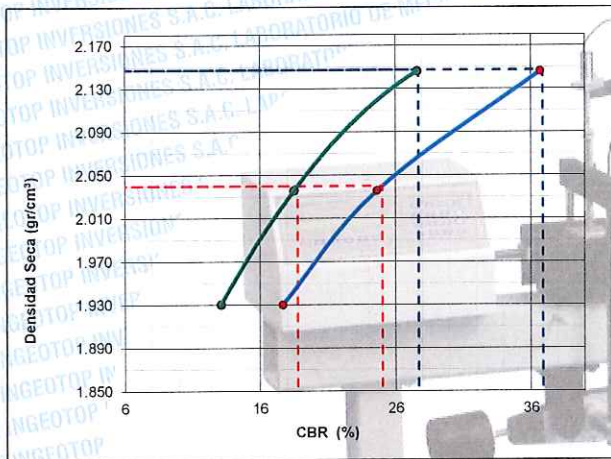
**INFORME N° 857 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE BARRANCA  
**SERVICIO :** SERVICIO PARA LA EJECUCION DEL MANTENIMIENTO PERIODICO Y RUTINARIO DEL CAMINO VECINAL DE LA RUTA N°532 - TRAYECTORIA "EMP. LM-529 (VIRGEN DE LAS MERCEDES) - BOCANAL - MICAELA BASTIDAS"  
**UBICACION :** DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA :** 13 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-2  
 Muestra : M-1/KM: 5+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR CON GEOGELDA (20 x 50 CM)**



<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASHTO T-180
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 2.147
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	: 8.8
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 2.040

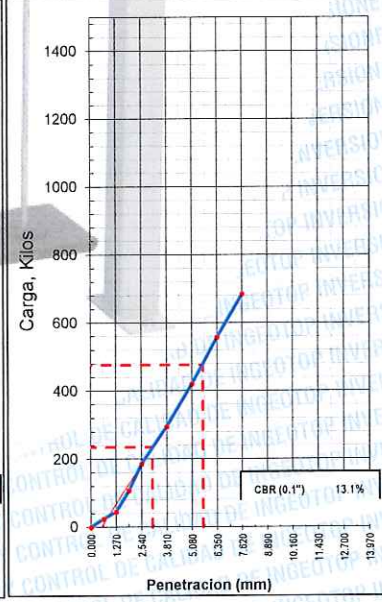
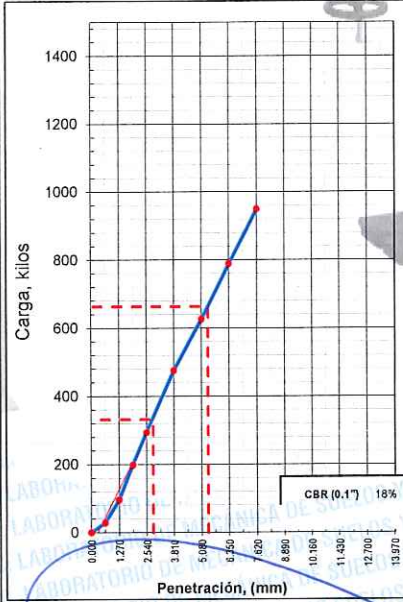
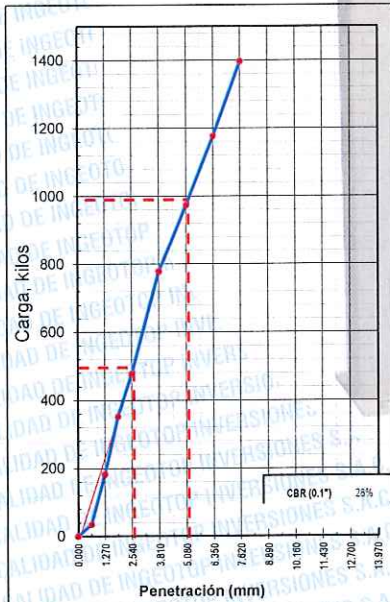
<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 27.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 18.8 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 36.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 25.0 %

**OBSERVACIONES:**

EC = 468 GOLPES

EC = 234 GOLPES

EC = 117 GOLPES



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala

Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369

**INFORME N° 854 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE BARRANCA  
**SERVICIO :** SERVICIO PARA LA EJECUCION DEL MANTENIMIENTO PERIODICO Y RUTINARIO DEL CAMINO VECINAL DE LA RUTA N°532 - TRAYECTORIA "EMP. LM-529 (VIRGEN DE LAS MERCEDES) - BOCANAL - MICAELA BASTIDAS"  
**UBICACION :** DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA :** 13 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-2  
 Muestra : M-1/KM: 5+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**CALCULO DEL CBR SIN GEOCELDA (20 x 50 CM)**

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	468		234		117	
Golpes por capa N°	468		234		117	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	83565		81480		79215	
Peso de molde (g)	41860		41920		41790	
Peso del suelo húmedo (g)	41705		39560		37425	
Volumen del molde (cm³)	18000		18000		18000	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.317		2.198		2.079	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.0		500.0		500.0	
Peso suelo seco + tara (g)	463.0		463.0		464.0	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	37.0		37.0		36.0	
Peso de suelo seco (g)	463.0		463.0		464.0	
Contenido de humedad (%)	8.0		8.0		7.8	
Densidad seca (g/cm³)	2.145		2.035		1.929	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/11/22	09:30	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
10/11/22	09:30	24	2	0.051	0.044	6	0.152	0.133	9	0.229	0.199
11/11/22	09:30	48	2	0.051	0.044	12	0.305	0.265	17	0.432	0.375
12/11/22	09:30	72	6	0.152	0.133	17	0.432	0.375	29	0.737	0.641
13/11/22	09:30	96	7	0.178	0.155	20	0.508	0.442	37	0.940	0.817

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
		STAND.	CARGA	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000			0				0				0			
0.635	0.025			22				19				16			
1.270	0.050			117				69				30			
1.905	0.075			227				142				72			
2.540	0.100	70.455		307	320	17.8		207	231	12.8		123	157	8.7	
3.810	0.150			502				335				197			
5.080	0.200	105.68		628	639	23.7		437	460	17.1		280	318	11.8	
6.350	0.250			759				547				372			
7.620	0.300			900				657				456			
10.160	0.400														
12.700	0.500														

**OBSERVACIONES :** Anillo: 1000 Kilos

Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimés



**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369

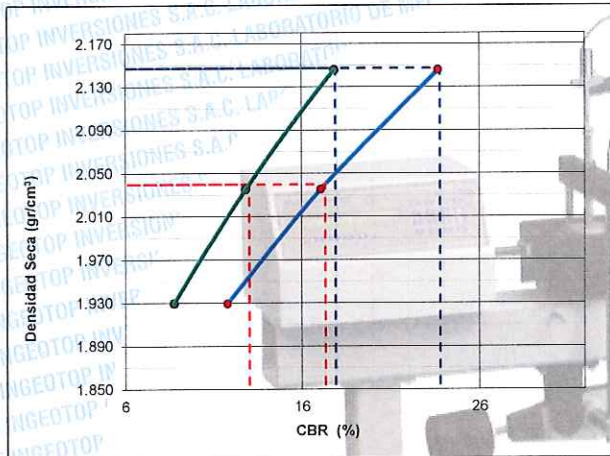
**INFORME N° 855 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE BARRANCA  
**SERVICIO :** SERVICIO PARA LA EJECUCION DEL MANTENIMIENTO PERIODICO Y RUTINARIO DEL CAMINO VECINAL DE LA RUTA N°532 - TRAYECTORIA "EMP. LM-529 (VIRGEN DE LAS MERCEDES) - BOCANAL - MICAELA BASTIDAS"  
**UBICACION :** DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA :** 13 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-2  
 Muestra : M-1/KM: 5+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR SIN GEOCELDA (20 x 50 CM)**

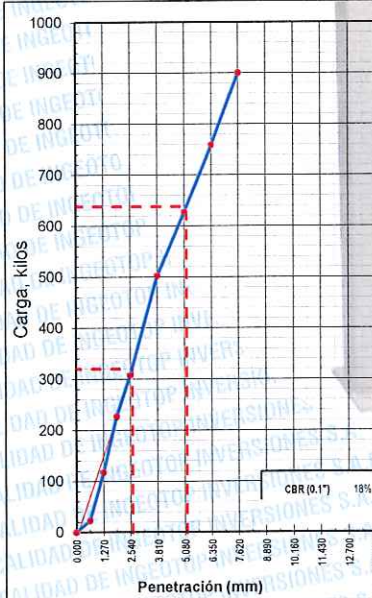


<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASHTO T-180
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 2.147
<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	: 8.8
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 2.040

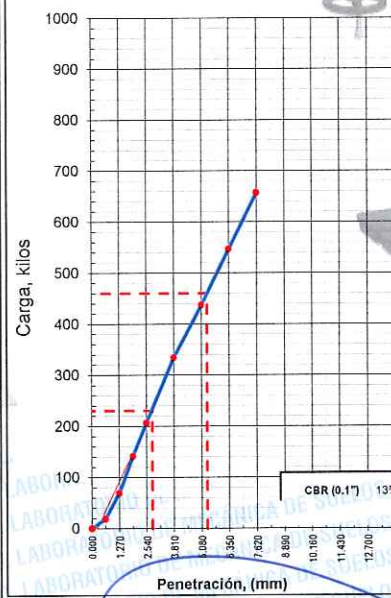
<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 17.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 13.0 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 23.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 17.3 %

**OBSERVACIONES:**

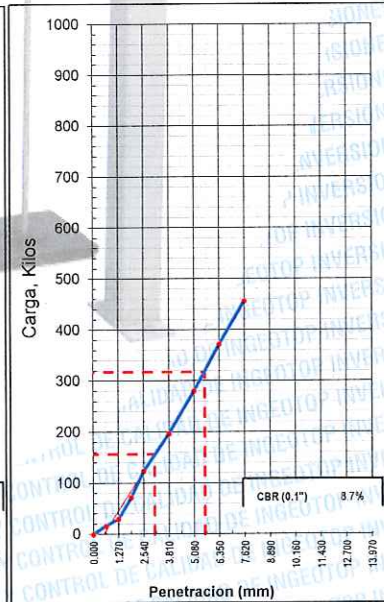
**EC = 468 GOLPES**



**EC = 234 GOLPES**



**EC = 117 GOLPES**



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala

Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 252369

INFORME N° 860 - 2022-LAB INGEOTOPIEMS

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELIDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 28 DE NOVIEMBRE DEL 2022

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : C-3  
 Muestra : M-1/KM: 8+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

CALCULO DEL CBR CON GEOCELDA (20 x 50 CM)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	468		234		117	
Golpes por capa N°	468		234		117	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	83605		81520		79259	
Peso de molde (g)	41860		41920		41790	
Peso del suelo húmedo (g)	41745		39600		37469	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	18000		18000		18000	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.319		2.200		2.082	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.0		500.0		500.0	
Peso suelo seco + tara (g)	462.0		462.0		463.0	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	38.0		38.0		37.0	
Peso de suelo seco (g)	462.0		462.0		463.0	
Contenido de humedad (%)	8.2		8.2		8.0	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.143		2.033		1.928	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/11/22	13:30	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
25/11/22	13:30	24	0	0.000	0.000	1	0.025	0.022	3	0.076	0.066
26/11/22	13:30	48	0	0.000	0.000	2	0.051	0.044	7	0.178	0.155
27/11/22	13:30	72	5	0.127	0.110	5	0.127	0.110	10	0.254	0.221
28/11/22	13:30	96	5	0.127	0.110	5	0.127	0.110	10	0.254	0.221

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000				0				0				0		
0.635	0.025				34				28				24		
1.270	0.050				177				92				45		
1.905	0.075				343				192				108		
2.540	0.100	70.455			475	495	27.5		293	333	18.5		191	242	13.5
3.810	0.150				776				473				304		
5.080	0.200	105.68			969	986	36.6		626	665	24.7		433	491	18.2
6.350	0.250				1172				789				574		
7.620	0.300				1391				952				705		
10.160	0.400														
12.700	0.500														

OBSERVACIONES : Anillo: 1000 Kilos

Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



ERICSON SANTISTEBAN AYALA  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369

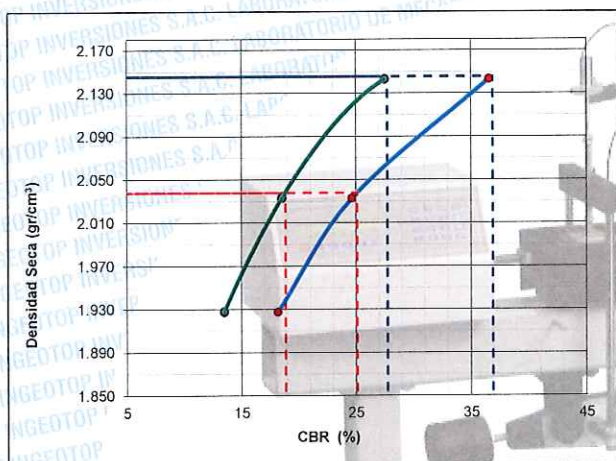
**INFORME N° 861 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE :** SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
**SERVICIO :** "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELADAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
**UBICACION :** DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA :** 28 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-3  
 Muestra : M-1/KM: 8+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR CON GEOCELDA (20 x 50 CM)**



<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASHTO T-180
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 2.145
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	: 8.3
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 2.038

**RESULTADOS:**

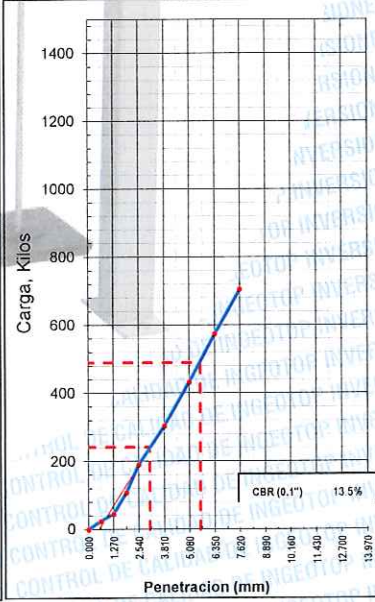
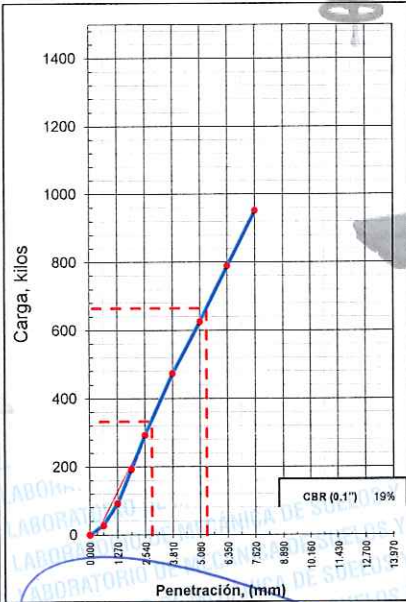
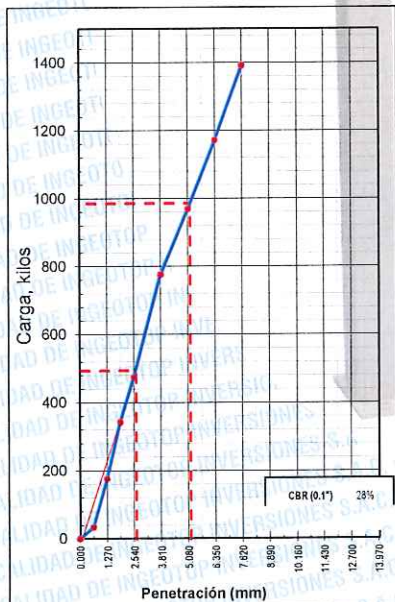
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 27.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 18.9 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 36.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 25.1 %

**OBSERVACIONES:**

EC = 468 GOLPES

EC = 234 GOLPES

EC = 117 GOLPES



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala

Ejecutado por Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes




**JEFE DE LABORATORIO**  
**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369

INFORME N° 858 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELIDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 23 DE NOVIEMBRE DEL 2022

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : C-3  
 Muestra : M-1/KM: 8+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

CALCULO DEL CBR SIN GEOCELDA (20 x 50 CM)

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	468		234		117	
Golpes por capa N°	468		234		117	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	83599	81514	81514	79253	79253	79253
Peso de molde (g)	41860	41920	41920	41790	41790	41790
Peso del suelo húmedo (g)	41739	39594	39594	37463	37463	37463
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	18000	18000	18000	18000	18000	18000
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.319	2.200	2.200	2.081	2.081	2.081
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
Peso suelo seco + tara (g)	462.0	462.0	462.0	463.0	463.0	463.0
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	38.0	38.0	38.0	37.0	37.0	37.0
Peso de suelo seco (g)	462.0	462.0	462.0	463.0	463.0	463.0
Contenido de humedad (%)	8.2	8.2	8.2	8.0	8.0	8.0
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.143	2.032	2.032	1.927	1.927	1.927

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/11/22	11:30	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
20/11/22	11:30	24	2	0.051	0.044	5	0.127	0.110	9	0.229	0.199
21/11/22	11:30	48	3	0.076	0.066	5	0.127	0.110	9	0.229	0.199
22/11/22	11:30	72	9	0.229	0.199	8	0.203	0.177	17	0.432	0.375
23/11/22	11:30	96	9	0.229	0.199	12	0.305	0.265	21	0.533	0.464

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000			0				0				0			
0.635	0.025			18				15				13			
1.270	0.050			93				49				24			
1.905	0.075			180				101				57			
2.540	0.100	70.455		250	260	14.5		154	175	9.8		100	128	7.1	
3.810	0.150			408				249				160			
5.080	0.200	105.68		510	519	19.2		329	350	13.0		228	258	9.6	
6.350	0.250			617				415				302			
7.620	0.300			732				501				371			
10.160	0.400														
12.700	0.500														

OBSERVACIONES : Anillo: 1000 Kilos

Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimas



*[Handwritten Signature]*

ERICSON SANTISTEBAN AYALA  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369



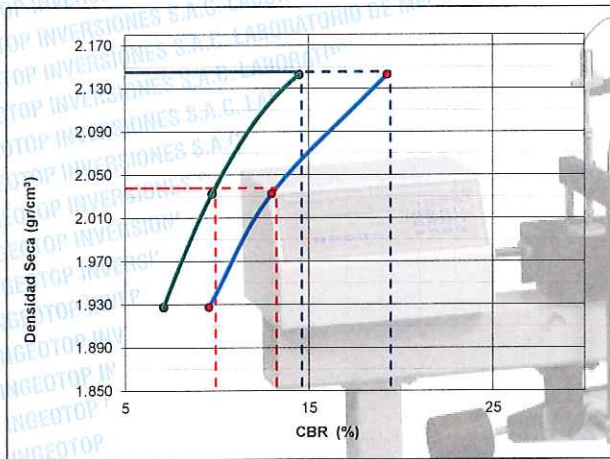
**INFORME N° 859 - 2022-LAB INGEOTOP/EMS**

**SOLICITANTE :** SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
**SERVICIO :** "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
**UBICACION :** DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA :** 23 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-3  
 Muestra : M-1/KM: 8+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR SIN GEOCELDA (20 x 50 CM)**



<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	: 2.145
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	: 2.038

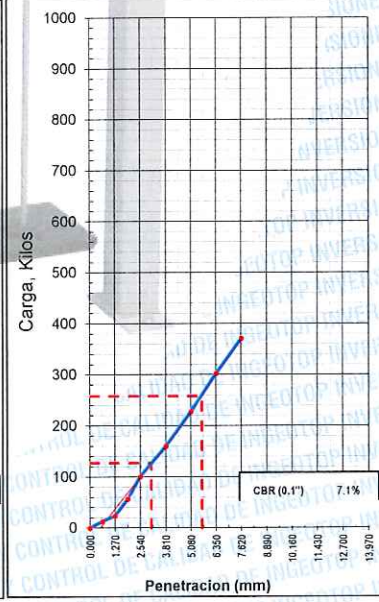
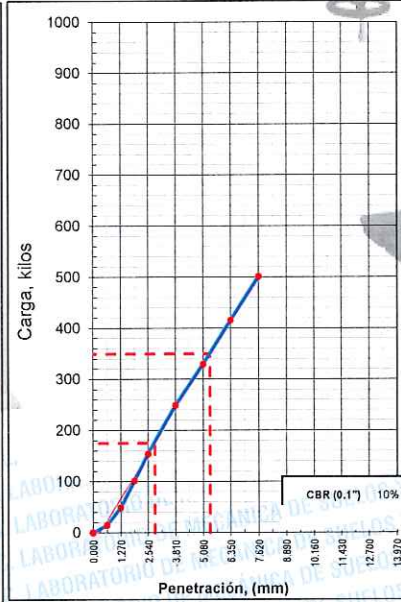
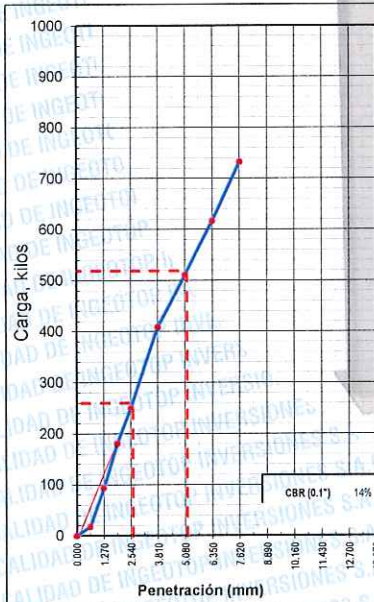
<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 14.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 9.9 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 19.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 13.2 %

**OBSERVACIONES:**

EC = 468 GOLPES

EC = 234 GOLPES

EC = 117 GOLPES



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala

Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 252369

**ANEXO N°5: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DEL  
LABORATORIO**



# Arsou Group

Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2022/05/19

**Solicitante** SAMUEL ORTIZ JAIMES

**Dirección** HUACHO - HUAURA - LIMA

**Instrumento de medición** PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA

Identificación NO INDICA

Marca Prensa TECNICAS CP

Modelo NO INDICA

Serie 192

Celda de Carga TIPO S

Modelo H3.C3-5,0J-6B-D55

Indicador DIGITAL

Modelo X8

Serie 1412033

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS DE INGEOTOP

**Lugar de calibración** HUACHO - HUAURA - LIMA

**Fecha de calibración** 2022/05/19

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

ARSOU GROUP  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga 100 t	INF-LE N° 175-21

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental      Inicial: 18,8 °C      Final: 17,7 °C  
Humedad Relativa      Inicial: 67 %hr      Final: 60 %hr

**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE CELDA DE CARGA**

SISTEMA DIGITAL "A"	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg)				PROMEDIO "B"	ERROR Ep	RPTBLD Rp
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR	ERROR (2)			
Kg	Kg	Kg	%	%	Kg	%	%
500	503.0	504	0.60	0.80	503.5	0.7	0.14
1000	1009	1008	0.90	0.80	1008.5	0.85	0.07
1500	1514	1514	0.93	0.93	1514.0	0.93	0.00
2000	2013	2012	0.65	0.60	2012.5	0.63	0.04
2500	2507	2507	0.28	0.28	2507.0	0.28	0.00
3000	2995	2985	-0.17	-0.50	2990.0	-0.33	0.24
3500	3497	3497	-0.09	-0.09	3497.0	-0.09	0.00
4000	3991	3994	-0.23	-0.15	3992.5	-0.19	0.05

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



**ARSOU GROUP S.A.C**  
Ing. Mónica Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

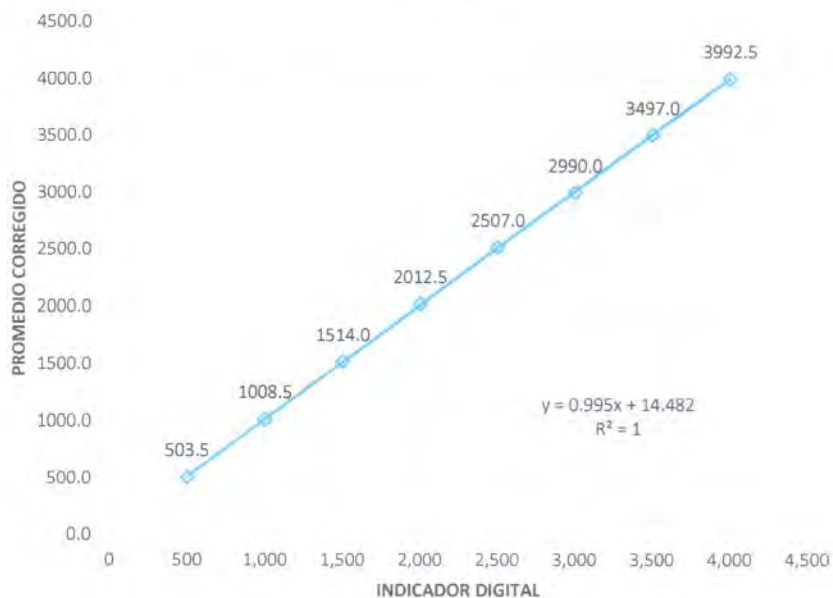


**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 0,995x + 14,482$

Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/05/19
Solicitante	SAMUEL ORTIZ JAIMES
Dirección	HUACHO - HUAURA - LIMA
Instrumento de medición	HORNO DE LABORATORIO
Identificación	NO INDICA
Marca	ARSOU
Modelo	STHX-2A
Serie	15785
Cámara	136 I
Ventilación	NATURAL
Pirómetro	DIGITAL
Procedencia	CHINA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS DE INGEOTOP
Lugar de calibración	HUACHO - HUAURA - LIMA
Fecha de calibración	2022/05/19
Método/Procedimiento de calibración	- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isoterms con aire como medio termostático. INACAL. - ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0015-LT-2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental      Inicial: 20,1 °C                      Final: 20,5 °C  
 Humedad Relativa            Inicial: 65 %hr                              Final: 65 %hr

**Resultados**

**TEMPERATURA**

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.0	110.7	110.9	110.9	110.1	110.1	110.3	111.0	110.1	110.2	110.4	1.0
00:02	110	110.4	110.6	110.9	110.9	110.7	110.6	110.1	110.0	110.9	110.7	110.6	0.9
00:04	110	110.5	110.9	110.4	110.8	110.3	110.2	110.2	110.0	111.0	110.1	110.4	1.0
00:06	110	110.8	110.7	110.5	110.7	110.8	110.5	110.3	110.4	110.8	110.9	110.6	0.6
00:08	110	110.2	110.0	110.4	110.1	110.8	110.9	110.5	110.2	110.0	110.2	110.3	0.9
00:10	110	110.1	110.1	110.8	110.0	110.2	110.2	110.0	110.5	110.6	110.4	110.3	0.8
00:12	110	110.4	110.0	110.8	110.7	110.8	110.7	110.5	110.3	110.6	110.9	110.6	0.9
00:14	110	111.0	110.4	110.1	110.2	110.8	110.4	110.4	110.4	110.2	110.4	110.4	0.9
00:16	110	110.9	110.6	110.2	110.2	110.0	110.5	110.1	110.3	110.5	110.1	110.3	0.9
00:18	110	110.8	110.2	110.6	111.0	110.1	110.6	110.6	110.3	110.1	110.9	110.5	0.9
00:20	110	110.1	110.9	110.3	111.0	110.5	110.2	110.9	110.4	110.5	110.7	110.6	0.9
00:22	110	110.5	111.0	110.6	110.6	110.4	111.0	110.5	110.5	110.5	110.6	110.6	0.6
00:24	110	110.5	110.3	110.4	110.5	111.0	110.9	110.6	110.5	110.9	110.5	110.6	0.7
00:26	110	110.4	110.5	110.3	110.7	110.1	110.3	110.9	111.0	110.8	110.0	110.5	1.0
00:28	110	110.6	110.5	110.1	110.9	110.5	110.6	111.0	110.7	110.7	110.5	110.6	0.9
00:30	110	111.0	110.2	110.8	110.8	110.4	110.9	110.5	110.4	111.0	110.7	110.7	0.8
00:32	110	110.9	110.9	110.1	110.7	110.4	110.8	110.8	110.0	110.9	110.6	110.6	0.9
00:34	110	110.2	110.8	110.6	110.4	110.3	110.5	110.8	111.0	110.4	110.7	110.6	0.8
00:36	110	110.7	110.0	111.0	110.6	110.4	110.0	110.5	110.7	110.3	110.5	110.5	1.0
00:38	110	110.4	110.4	110.4	111.0	110.2	110.5	111.0	110.6	110.0	110.3	110.5	1.0
00:40	110	110.2	110.7	110.8	110.4	111.0	110.8	110.1	110.9	110.3	110.7	110.6	0.9
00:42	110	110.9	110.9	110.9	110.5	110.7	110.5	110.1	110.4	110.8	110.3	110.6	0.8
00:44	110	110.7	110.4	110.9	110.6	110.4	110.9	110.1	110.5	110.3	110.9	110.6	0.8
00:46	110	110.2	110.5	110.4	110.6	110.0	110.4	110.7	110.7	110.0	110.3	110.4	0.7
00:48	110	110.6	110.5	110.5	110.4	110.1	110.9	110.4	110.1	110.6	110.4	110.5	0.8
00:50	110	110.2	110.4	110.1	110.8	110.1	110.6	110.8	110.7	110.8	110.8	110.5	0.7
T. PROM.	110	110.5	110.5	110.5	110.6	110.4	110.6	110.5	110.5	110.5	110.5	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9		
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0		

**Nomenclatura:**

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- T<sub>max</sub> Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



**ARSOU GROUP S.A.C**

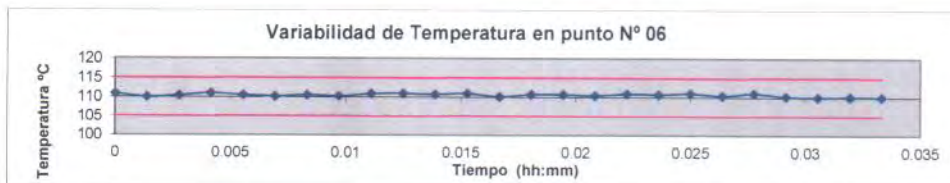
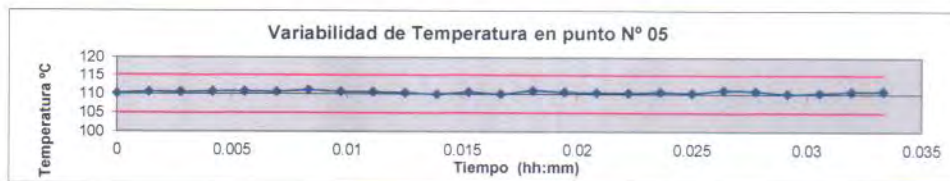
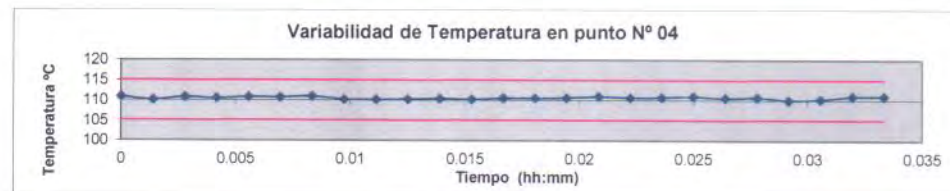
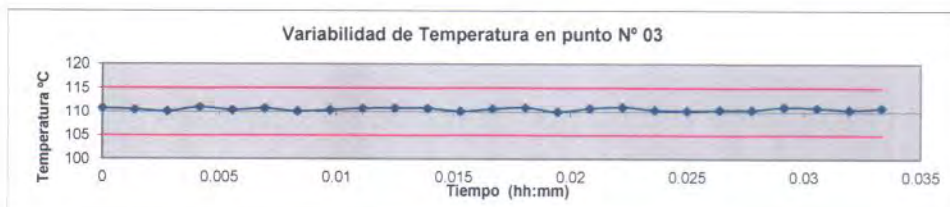
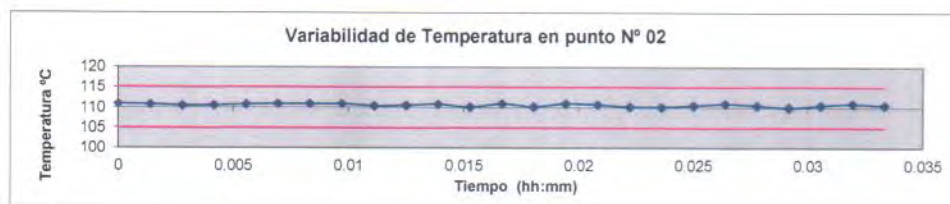
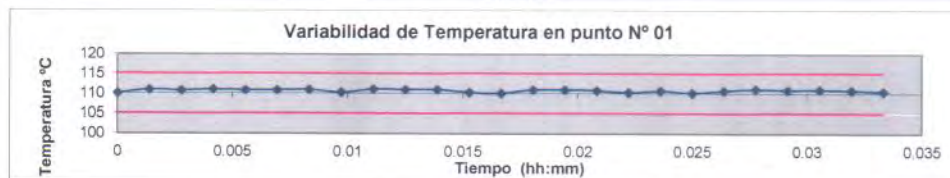
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnicero  
**METROLOGÍA**

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



GRÁFICO



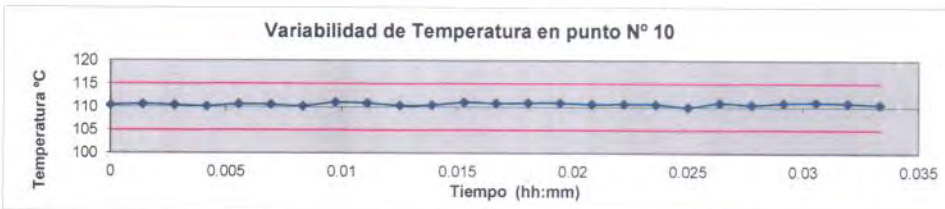
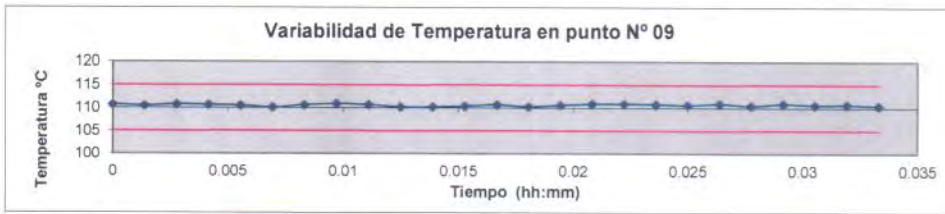
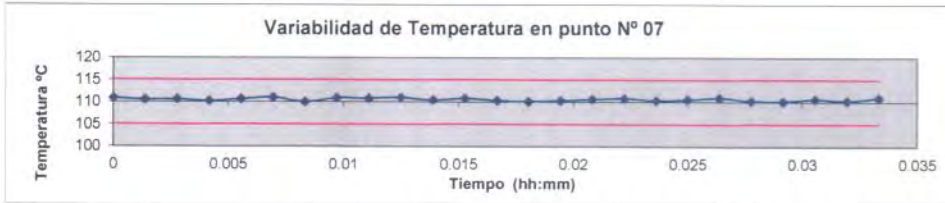
ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com





**DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO**



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR

**ARSOU GROUP S.A.C**

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA





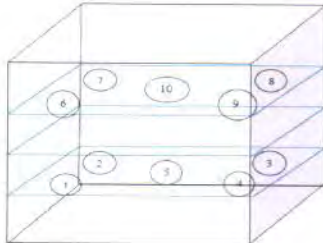
**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMI-018-2022

Página 5 de 5

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA**



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
*Hugo Luis Arévalo Carnica*  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Fecha de emisión** 2022/05/19

**Solicitante** GEORGE HIUSTHON NIETO ALVARADO

**Dirección** HUACHO - HUAURA - LIMA

**Instrumento de medición** ABRASIÓN LOS ANGELES

Identificación NO INDICA

Marca A & A INSTRUMENTS

Modelo STMH-3

Serie 141105

Estructura FIERRO

Carga abrasiva 12 BILLAS

Procedencia PERÚ

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS DE INGEOTOP

**Lugar de calibración** HUACHO - HUAURA - LIMA

**Fecha de calibración** 2022/05/19

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación entre las lecturas del indicador digital de la máquina los Ángeles y un cronómetro, se usó una balanza certificada para el peso de las cargas abrasivas, y el vernier para el diámetro de las esferas. Tomando como referencia el manual de ensayo materiales (EM 2000) ABRASION LOS ANGELES (L.A.) al desgaste de los agregados MTC E207-2000, AASHTO T-96 y la norma ASTM C 131- 1 Standard Test Method for Resistance to degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact In the Angeles Machine.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C**  
*[Signature]*  
**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
**METROLOGÍA**



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION E.I.R.L.	Pie de Rey digital	L-0031-2021
ARSOU GROUP S.A.C.	Balanza de 30 kg x 1 g - OHAUS	2015-084-2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental      Inicial: 21,8 °C      Final: 22,8 °C  
 Humedad Relativa      Inicial: 65 %hr      Final: 65 %hr

**Resultados**

Dimensiones cilindro : Long Int. 20" x Diam Int 28" +/- 0.2" .

N° DE VUELTAS POR NORMA		INDICACIÓN TIEMPO PROMEDIO	
ENSAYO 1	30 - 33	T=1':00"	
	31	T Prom.:	1':00"
ENSAYO 2	500	15':15" <T<17':06"	
		T Prom.:	16':13"
ENSAYO 3	1000	30':30" <T<33':33"	
		T Prom.:	32':26"

Medición Nro.	Diámetro de las Esferas (mm)		Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)
	1era Lectura	2da Lectura		
1	46.700	46.600	46.650	0.01
2	46.750	46.700	46.725	0.01
3	46.700	46.750	46.725	0.01
4	46.700	46.700	46.700	0.01
5	46.750	46.750	46.750	0.01
6	46.700	46.700	46.700	0.01
7	46.700	46.700	46.700	0.01
8	46.750	46.700	46.725	0.01
9	46.750	46.700	46.725	0.01
10	46.750	46.700	46.725	0.01
11	46.700	46.700	46.700	0.01
12	46.700	46.700	46.700	0.01



**ARSOU GROUP S.A.C**

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



Pesaje	Peso de las billas (Carga Abrasiva)	Incertidumbre (g.)
Nro.	417,5 + 27,5	
1	418	1.00
2	419	1.00
3	418	1.00
4	418	1.00
5	418	1.00
6	418	1.00
7	419	1.00
8	418	1.00
9	418	1.00
10	418	1.00
11	418	1.00
12	419	1.00
Total	5019	

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



**ARSOU GROUP S.A.C**  
*[Signature]*  
**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
**METROLOGÍA**



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2022/05/19

**Solicitante** GEORGE HIUSTHON NIETO ALVARADO

**Dirección** HUACHO - HUAURA - LIMA

**Instrumento de medición** **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala Resolución 1 g

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo R31P30

N° de serie 8336460630

Procedencia CHINA

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS DE INGEOTOP

**Lugar de calibración** HUACHO - HUAURA - LIMA

**Fecha de calibración** 2022/05/19

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental      Inicial: 22,6 °C      Final: 18,7 °C  
Humedad Relativa      Inicial: 55 %hr      Final: 54 %hr

Resultados

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	14999.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
2	14999.0	0.07	-0.15	29999	0.04	-0.12
3	14999.0	0.08	-0.12	29999	0.05	-0.13
4	14999.0	0.06	-0.11	29999	0.04	-0.1
5	14999.0	0.07	-0.12	29999	0.03	-0.11
6	14999.0	0.07	-0.13	29999	0.05	-0.12
7	14999.0	0.06	-0.11	29999	0.04	-0.13
8	14999.0	0.07	-0.12	29999	0.05	-0.1
9	14999.0	0.09	-0.12	29999	0.04	-0.11
10	14999.0	0.08	-0.1	29999	0.05	-0.12

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
14999	0	1
29999	0	5



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Mín <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	100	100	0.04	-0.09	10000	9999	0.07	-0.02	0.07
2		100	0.07	-0.02		9999	0.07	-0.02	0
3		100	0.05	0		9998	0.08	-0.03	-0.03
4		100	0.02	0.03		10000	0.07	0.08	0.05
5		100	0.07	-0.02		9999	0.06	0.19	0.21

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	1	0.07	-0.02						1
5	5	0.06	0.01	0.01	5	0.04	0.01	0.03	1
10	10	0.06	-0.01	0.01	10	0.02	-0.07	-0.05	1
50	50	0.05	0	0	50	0.02	-0.07	-0.05	1
100	100	0.04	0	0	100	0.06	-0.01	0.01	1
500	500	0.07	0.01	0.01	500	0.06	-0.01	0.01	1
1000	1000	0.06	-0.02	0.02	1000	0.05	0	0.02	1
5000	4999	0.07	-0.05	0.03	4999	0.06	-0.1	-0.09	1
10000	9999	0.04	0.01	0.01	9999	0.06	-0.21	-0.09	5
15000	14999	0.05	0.09	0.03	14998	0.07	-0.12	-0.02	5
30000	30000	0.09	0.1	0.09	30000	0.09	-0.21	-0.21	5

**Leyenda**

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

Incertidumbre expandida de medición  $U_R = 2 \cdot \sqrt{0.18558 \text{ g}^2 + 0.000000004608 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida  $R_{\text{corregida}} = R + 0.831853118 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

**ARSOU GROUP S.A.C**

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2022/05/19

**Solicitante** GEORGE HIUSTHON NIETO ALVARADO

**Dirección** HUACHO - HUAURA - LIMA

**Instrumento de medición** PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO

Identificación NO INDICA

Marca A&A INSTRUMENTS

Modelo STYE-2000

Serie 150716

Capacidad 2000 kN

Indicador DIGITAL

Serie NO INDICA

Bomba ELECTRICA

Procedencia CHINA

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS DE INGEOTOP

**Lugar de calibración** HUACHO - HUAURA - LIMA

**Fecha de calibración** 2022/05/19

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 t	INF-LE N° 175-21

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,2 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 60 %hr	Final: 58 %hr

**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kN	SERIE (2) kN	ERROR %	ERROR (2) %			
100	99.8	99.9	-0.20	-0.1	99.9	-0.15	0.07
200	200.1	198.9	0.05	-0.55	199.5	-0.25	0.43
300	298.6	297.9	-0.47	-0.7	298.3	-0.58	0.17
400	399.6	397.9	-0.1	-0.53	398.8	-0.31	0.30
500	498.3	499.4	-0.34	-0.12	498.9	-0.23	0.16
600	599.1	598.3	-0.15	-0.28	598.7	-0.22	0.09
700	698.6	699.1	-0.2	-0.13	698.9	-0.16	0.05
800	794.9	793.5	-0.64	-0.81	794.2	-0.72	0.12

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



**ARSOU GROUP S.A.C**  
*[Signature]*  
**Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica**  
**METROLOGÍA**

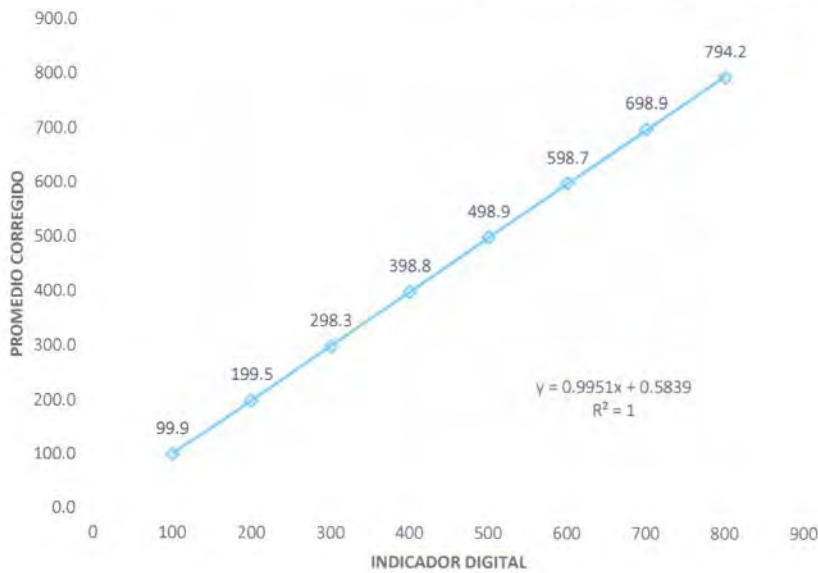
**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 0,9951x + 0,5839$

Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kN)

Y : fuerza promedio (kN)



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ANEXO N°6: PRESUPUESTO DE LA VÍA NO PAVIMENTADA SIN Y CON  
GEOCELDA**

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Obra	2502009	Proyecto de Tesis: "Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532 Barranca, 2022"			
Subpresupuesto	001	SIN GEOCELDA			
Fecha	20/11/2022				
Lugar	150204	LIMA - BARRANCA - SUPE			
<b>MANO DE OBRA</b>					
014700032	TOPOGRAFO	hh	1,785.6000	23.29	41,586.62
0147010001	CAPATAZ	hh	98.2713	22.82	2,242.55
0147010002	OPERARIO	hh	583.7400	21.88	12,772.23
0147010003	OFICIAL	hh	2,986.4178	17.52	52,322.04
0147010004	PEON	hh	10,741.1108	15.79	169,602.14
					<b>278,525.58</b>
<b>MATERIALES</b>					
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	27.0000	4.24	114.48
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	45.0000	4.24	190.80
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	36.0000	19.07	686.52
0229030101	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	bls	195.3000	12.71	2,482.26
0229040094	CINTA SEÑALADORA P/SEÑAL DE PELIGRO	rl	135.0000	42.38	5,721.30
0230480037	MALLA PLASTICA P/CERCA h=1.20 m	rl	2.0000	84.75	169.50
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3	7.7400	33.89	262.31
0239050000	AGUA	m3	18.0000	10.17	183.06
0243040000	MADERA TORNILLO	p2	1,800.0000	5.08	9,144.00
0243130010	TRANQUERA DE MADERA DE 1.20 X 1.20 m	u	7.0000	84.75	593.25
0243130011	TRANQUERA DE MADERA DE 2.40 X 1.20 m	u	4.0000	127.12	508.48
0256900004	CALAMINA GALVANIZADA ZINC 28 CANALES 2.40 X 0.830 m X 0.4 mm	pl	540.0000	38.14	20,595.60
					<b>40,651.56</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			8,872.06
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	he	1,785.6000	6.77	12,088.51
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	351.8190	165.87	58,356.22
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	772.9695	267.19	206,529.72
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	251.1000	218.93	54,973.32
0349030046	RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130HP 9-11 ton	hm	295.7400	218.93	64,746.36
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	377.6963	169.22	63,913.77
0349040092	ZARANDA METALICA 5M x 5M	hm	222.6420	45.00	10,018.89
0349040097	CARGADOR FRONTAL 191 HP 3.5-5.2 yd3	hm	397.5750	280.00	111,321.00
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	848.1600	181.91	154,288.79
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	1,785.6000	8.47	15,124.03
					<b>760,232.67</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
0402030002	SC CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 8.50 m x 3.60 m	u	1.0000	1,500.00	1,500.00
0402070002	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS DE PAVIMENTACION	gib	1.0000	15,000.00	15,000.00
					<b>16,500.00</b>
<b>Total</b>				<b>S/.</b>	<b>1,095,909.81</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	2502009	Proyecto de Tesis: "Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532 Barranca, 2022"		Fecha presupuesto	20/11/2022	
Subpresupuesto	001	SIN GEOCELDA				
Partida	01.02.02	CONTROL TOPOGRAFICO DURANTE EJECUCION DE OBRA				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m2		2.92
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
014700032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0320	23.29	0.75
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.52	0.56
014701004	PEON	hh	2.0000	0.0640	15.79	1.01
						2.32
	<b>Materiales</b>					
0229030101	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	bls		0.0035	12.71	0.04
						0.04
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.32	0.07
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	he	1.0000	0.0320	6.77	0.22
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	1.0000	0.0320	8.47	0.27
						0.56
Partida	01.03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTACION				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m3		8.08
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.52	0.56
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1280	15.79	2.02
						2.58
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.58	0.08
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	1.0000	0.0320	169.22	5.42
						5.50
Partida	01.03.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE DE PAVIMENTACION				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2		4.47
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	21.88	0.12
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	17.52	0.09
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0160	15.79	0.25
						0.46
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.46	0.02
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000	0.0053	165.87	0.88
0349030046	RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130HPm 9-11 ton		1.0000	0.0053	218.93	1.16
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	2.0000	0.0107	181.91	1.95
						4.01

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	2502009	Proyecto de Tesis: "Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532 Barranca, 2022"		Fecha presupuesto	20/11/2022		
Subpresupuesto	001	SIN GEOCELDA					
Partida	01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : m2			345.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1600	22.82	3.65	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	21.88	35.01	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.6000	17.52	28.03	
0147010004	PEON	hh	4.0000	6.4000	15.79	101.06	
						<b>167.75</b>	
<b>Materiales</b>							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.1500	4.24	0.64	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2500	4.24	1.06	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.2000	19.07	3.81	
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.0430	33.89	1.46	
0239050000	AGUA	m3		0.1000	10.17	1.02	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		10.0000	5.08	50.80	
0256900004	CALAMINA GALVANIZADA ZINC 28 CANALES 2.40 X 0.830 m X 0.4 mm	pl		3.0000	38.14	114.42	
						<b>173.21</b>	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	167.75	5.03	
						<b>5.03</b>	
Partida	01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOLIZACION DE EQUIPOS DE PAVIMENTACION					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			15,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Subcontratos</b>							
0402070002	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS DE PAVIMENTACION	glb		1.0000	15,000.00	15,000.00	
						<b>15,000.00</b>	
Partida	01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 8.50 m x 3.60 m					
Rendimiento	u/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : u			1,500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Subcontratos</b>							
0402030002	SC CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 8.50 m x 3.60 m	u		1.0000	1,500.00	1,500.00	
						<b>1,500.00</b>	
Partida	01.02.01	SEÑALIZACION DE DESVIO DE TRANSITO EN PERIODO DE CONSTRUCCION					
Rendimiento	est/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : est			26,508.97
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	150.0000	1,200.0000	15.79	18,948.00	
						<b>18,948.00</b>	
<b>Materiales</b>							
0229040094	CINTA SEÑALADORA P/SEÑAL DE PELIGRO	rl		135.0000	42.38	5,721.30	
0230480037	MALLA PLASTICA P/CERCA h=1.20 m	rl		2.0000	84.75	169.50	
0243130010	TRANQUERA DE MADERA DE 1.20 X 1.20 m	u		7.0000	84.75	593.25	
0243130011	TRANQUERA DE MADERA DE 2.40 X 1.20 m	u		4.0000	127.12	508.48	
						<b>6,992.53</b>	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18,948.00	568.44	
						<b>568.44</b>	

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	2502009	Proyecto de Tesis: "Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532 Barranca, 2022"		Fecha presupuesto	20/11/2022	
Subpresupuesto	001	SIN GEOCELDA				
Partida	01.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 5 km				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 760.0000	EQ. 760.0000	Costo unitario directo por : m3	16.87	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0105	17.52	0.18
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.0526	15.79	0.83
						<b>1.01</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.01	0.03
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	5.0000	0.0526	267.19	14.05
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	1.0000	0.0105	169.22	1.78
						<b>15.86</b>
Partida	01.04.01	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA AFIRMADO E=0.15 M				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : m3	39.96	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Subpartidas</b>					
900504011074	SELECCIÓN MANUAL Y/O ZARANDEO DE MATERIAL DE CANTERA	m3		1.2000	15.05	18.06
909701020181	CONFORMACION DE AFIRMADO	m3		1.2000	12.74	15.29
909701043162	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m3		1.2000	5.51	6.61
						<b>39.96</b>



## Presupuesto

Presupuesto 2502009 Proyecto de Tesis: "Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532 Barranca, 2022"

Subpresupuesto 001 SIN GEOCELDA

Cliente UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO Costo al 20/11/2022

Lugar LIMA - BARRANCA - SUPE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>PAVIMENTACION</b>				<b>1,096,246.35</b>
01.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>78,778.20</b>
01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	m2	180.00	345.99	62,278.20
01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOLIZACION DE EQUIPOS DE PAVIMENTACION	glb	1.00	15,000.00	15,000.00
01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 8.50 m x 3.60 m	u	1.00	1,500.00	1,500.00
01.02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>189,444.97</b>
01.02.01	SEÑALIZACION DE DESVIO DE TRANSITO EN PERIODO DE CONSTRUCCION	est	1.00	26,508.97	26,508.97
01.02.02	CONTROL TOPOGRAFICO DURANTE EJECUCION DE OBRA	m2	55,800.00	2.92	162,936.00
01.03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>493,857.98</b>
01.03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTACION	m3	8,370.00	8.08	67,629.60
01.03.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE DE PAVIMENTACION	m2	55,800.00	4.47	249,426.00
01.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 5 km	m3	10,462.50	16.87	176,502.38
01.04	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>334,465.20</b>
01.04.01	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA AFIRMADO E=0.15 M	m3	8,370.00	39.96	334,465.20
	<b>Costo Directo</b>				<b>1,096,246.35</b>
	<b>GASTOS GENERALES 8%</b>				<b>87,599.71</b>
	<b>UTILIDAD 7%</b>				<b>76,737.24</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>1,260,583.30</b>
	<b>Impuesto General de Ventas - IGV 18%</b>				<b>226,922.99</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>1,487,506.29</b>
	<b>SON : UN MILLON CUATROCIENTOS OCHENTISIETE MIL SEISCIENTOS SEIS Y 29/100 NUEVOS SOLES</b>				

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Obra</b> <b>2502009</b> <b>Proyecto de Tesis: "Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532 Barranca, 2022"</b> <b>Subpresupuesto</b> <b>002</b> <b>CON GEOCELDA</b> <b>Fecha</b> <b>20/11/2022</b> <b>Lugar</b> <b>150204</b> <b>LIMA - BARRANCA - SUPE</b>					
<b>MANO DE OBRA</b>					
014700032	TOPOGRAFO	hh	1,785.6000	23.29	41,586.62
0147010001	CAPATAZ	hh	154.0714	22.82	3,515.91
0147010002	OPERARIO	hh	846.0000	21.88	18,510.48
0147010003	OFICIAL	hh	3,428.9820	17.52	60,075.76
0147010004	PEON	hh	11,574.6240	15.79	182,763.31
					<b>306,452.08</b>
<b>MATERIALES</b>					
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	27.0000	4.24	114.48
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	45.0000	4.24	190.80
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	36.0000	19.07	686.52
0229030101	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	bls	195.3000	12.71	2,482.26
0229040094	CINTA SEÑALADORA P/SEÑAL DE PELIGRO	rl	135.0000	42.38	5,721.30
0230480037	MALLA PLASTICA P/CERCA h=1.20 m	rl	2.0000	84.75	169.50
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3	7.7400	33.89	262.31
0239050000	AGUA	m3	18.0000	10.17	183.06
0243040000	MADERA TORNILLO	p2	1,800.0000	5.08	9,144.00
0243130010	TRANQUERA DE MADERA DE 1.20 X 1.20 m	u	7.0000	84.75	593.25
0243130011	TRANQUERA DE MADERA DE 2.40 X 1.20 m	u	4.0000	127.12	508.48
0256900004	CALAMINA GALVANIZADA ZINC 28 CANALES 2.40 X 0.830 m X 0.4 mm	pl	540.0000	38.14	20,595.60
0273010047	GEOCELDA CATEGORIA PARA REFORZAMIENTO DE LA BASE CON ALTURA DE MURO CELULAR DE 0.15 M.	m2	58,590.0000	8.48	496,843.20
					<b>537,494.76</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			9,201.77
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	he	1,785.6000	6.77	12,088.51
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	56.0790	165.87	9,301.82
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	222.6420	267.19	59,487.72
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	251.1000	218.93	54,973.32
0349040092	ZARANDA METALICA 5M x 5M	hm	222.6420	45.00	10,018.89
0349040097	CARGADOR FRONTAL 191 HP 3.5-5.2 yd3	hm	397.5750	280.00	111,321.00
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	251.1000	181.91	45,677.60
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	1,785.6000	8.47	15,124.03
					<b>327,194.66</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
0402030002	SC CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 8.50 m x 3.60 m	u	1.0000	1,500.00	1,500.00
0402070002	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS DE PAVIMENTACION	glb	1.0000	15,000.00	15,000.00
					<b>16,500.00</b>
<b>Total</b>				<b>S/.</b>	<b>1,187,641.50</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	2502009	Proyecto de Tesis: "Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532 Barranca, 2022"		Fecha presupuesto	20/11/2022		
Subpresupuesto	002	CON GEOCELDA					
Partida	01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : m2			345.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1600	22.82	3.65	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	21.88	35.01	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.6000	17.52	28.03	
0147010004	PEON	hh	4.0000	6.4000	15.79	101.06	
							<b>167.75</b>
<b>Materiales</b>							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.1500	4.24	0.64	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2500	4.24	1.06	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.2000	19.07	3.81	
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.0430	33.89	1.46	
0239050000	AGUA	m3		0.1000	10.17	1.02	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		10.0000	5.08	50.80	
0256900004	CALAMINA GALVANIZADA ZINC 28 CANALES 2.40 X 0.830 m X 0.4 mm	pl		3.0000	38.14	114.42	
							<b>173.21</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	167.75	5.03	
							<b>5.03</b>
Partida	01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOLIZACION DE EQUIPOS DE PAVIMENTACION					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			15,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Subcontratos</b>							
0402070002	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS DE PAVIMENTACION	glb		1.0000	15,000.00	15,000.00	
							<b>15,000.00</b>
Partida	01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 8.50 m x 3.60 m					
Rendimiento	u/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : u			1,500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Subcontratos</b>							
0402030002	SC CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 8.50 m x 3.60 m	u		1.0000	1,500.00	1,500.00	
							<b>1,500.00</b>
Partida	01.02.01	SEÑALIZACION DE DESVIO DE TRANSITO EN PERIODO DE CONSTRUCCION					
Rendimiento	est/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : est			26,508.97
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	150.0000	1,200.0000	15.79	18,948.00	
							<b>18,948.00</b>
<b>Materiales</b>							
0229040094	CINTA SEÑALADORA P/SEÑAL DE PELIGRO	rl		135.0000	42.38	5,721.30	
0230480037	MALLA PLASTICA P/CERCA h=1.20 m	rl		2.0000	84.75	169.50	
0243130010	TRANQUERA DE MADERA DE 1.20 X 1.20 m	u		7.0000	84.75	593.25	
0243130011	TRANQUERA DE MADERA DE 2.40 X 1.20 m	u		4.0000	127.12	508.48	
							<b>6,992.53</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18,948.00	568.44	
							<b>568.44</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	2502009	Proyecto de Tesis: "Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532 Barranca, 2022"		Fecha presupuesto	20/11/2022	
Subpresupuesto	002	CON GEOCELDA				
Partida	01.02.02	CONTROL TOPOGRAFICO DURANTE EJECUCION DE OBRA				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m2		2.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
014700032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0320	23.29	0.75
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.52	0.56
014701004	PEON	hh	2.0000	0.0640	15.79	1.01
						2.32
<b>Materiales</b>						
0229030101	CAL HIDRATADA DE 25 Kg	bls		0.0035	12.71	0.04
						0.04
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.32	0.07
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	he	1.0000	0.0320	6.77	0.22
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	1.0000	0.0320	8.47	0.27
						0.56
Partida	01.03.01	INSTALACION DE GEOELDAS (H=15 CM)				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2		10.49
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0010	22.82	0.02
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	21.88	0.22
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0200	17.52	0.35
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0600	15.79	0.95
						1.54
<b>Materiales</b>						
0273010047	GEOCELDA CATEGORIA PARA REFORZAMIENTO DE LA BASE CON ALTURA DE MURO CELULAR DE 0.15 M.	m2		1.0500	8.48	8.90
						8.90
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.54	0.05
						0.05
Partida	01.03.02	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA AFIRMADO E=0.15 M				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : m3		39.96
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Subpartidas</b>						
900504011074	SELECCIÓN MANUAL Y/O ZARANDEO DE MATERIAL DE CANTERA	m3		1.2000	15.05	18.06
909701020181	CONFORMACION DE AFIRMADO	m3		1.2000	12.74	15.29
909701043162	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL PARA AFIRMADO	m3		1.2000	5.51	6.61
						39.96

## Presupuesto

Presupuesto 2502009 Proyecto de Tesis: "Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532 Barranca, 2022"

Subpresupuesto 002 CON GEOCELDA

Cliente UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO Costo al 20/11/2022

Lugar LIMA - BARRANCA - SUPE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
U1	<b>PAVIMENTACION</b>				<b>1,188,030.37</b>
01.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>78,778.20</b>
01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	m2	180.00	345.99	62,278.20
01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOLIZACION DE EQUIPOS DE PAVIMENTACION	glb	1.00	15,000.00	15,000.00
01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 8.50 m x 3.60 m	u	1.00	1,500.00	1,500.00
01.02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>189,444.97</b>
01.02.01	SEÑALIZACION DE DESVIO DE TRANSITO EN PERIODO DE CONSTRUCCION	est	1.00	26,508.97	26,508.97
01.02.02	CONTROL TOPOGRAFICO DURANTE EJECUCION DE OBRA	m2	55,800.00	2.92	162,936.00
01.03	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>919,807.20</b>
01.03.01	INSTALACION DE GEOELDAS (H=15 CM)	m2	55,800.00	10.49	585,342.00
01.03.02	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA AFIRMADO E=0.15 M	m3	8,370.00	39.96	334,465.20
	<b>Costo Directo</b>				<b>1,188,030.37</b>
	<b>GASTOS GENERALES 8%</b>				<b>95,042.43</b>
	<b>UTILIDAD 7%</b>				<b>83,162.13</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>1,366,234.93</b>
	<b>Impuesto General de Ventas - IGV 18%</b>				<b>245,922.29</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>1,612,157.22</b>

SON: UN MILLON SEISCIENTOS DOCE MIL CIENTO CINCUENTISIETE Y 22/100 NUEVOS SOLES

**ANEXO N°7: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**



FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

TITULO: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532-BARRANCA, 2022"
AUTORES: ORTIZ JAIMES, SAMUEL GILBER FECHA: / /

I. INFORMACION GENERAL:

1.1 Ubicación Geografía de la zona de estudio:

REGION: PROVINCIA: DISTRITO: LUGAR: COORDENADAS UTM ALTITUD (m.s.n.m)
Norte: 8809531.9977 Este: 219857.5758 Cota de inicio: 146.033 Cota de fin: 338.204

1.2 Via de acceso:

Para llegar al inicio del camino vecinal materia del presente servicio, se realiza desde el emp. PE-1N (Supe), desplazándose por la ruta LM-529 hasta el Emp. LM-529 (Virgen de las Mercedes), para luego empalmarse con el inicio del tramo.

II. INFORMACIÓN TECNICA:

TIPO DE MUESTRA

VIA

CANTERA

2.1 Categorización de Geocelda

Aplica

No Aplica

Categoría A - Rentable

Categoría B - Calificada

Categoría C - Resistente

Ancho de Calzada

Numero de Carriles (und.)

2.2 Características del Suelo (Este ítem se usará también para Cantera):

Aplica

No Aplica

Clasificación AASHTO

Clasificación SUCS

Índice de Plasticidad

Ensayo Protor

Capacidad de Soporte (CBR)

2.3 Incremento de Capacidad soporte de carga - CBR:

Aplica

No Aplica

CBR - Sin Geocelda

CBR - Con Geocelda

2.4 Reducción de Expansión:

Aplica

No Aplica

Expansión - Sin Geocelda

Expansión - Con Geocelda

ERICSON SANTISTEBAN AYALA Ingeniero Civil CIP N° 252369

**FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

**TITULO:** "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532-BARRANCA, 2022"

**AUTORES:** ORTIZ JAIMES, SAMUEL GILBER

**FECHA:** / /

2.5 Reducción de Costos de Inversion:

**SUELOS SIN GEOCELDAS**

Partida	Monto (S./.)
1. Obras Provisoriales	
2. Obras preliminares	
3. Movimiento de Tierra	
4. Afirmado	
	Costo Directo
	Gastos Generales
	Utilidad
	Subtotal
	I.G.V.
	Total

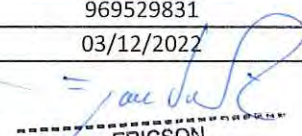
**SUELOS CON GEOCELDAS**

Partida	Monto (S./.)
1. Obras Provisoriales	
2. Obras preliminares	
3. Movimiento de Tierra	
4. Geocelda Clase B	
5. Afirmado	
	Costo Directo
	Gastos Generales
	Utilidad
	Subtotal
	I.G.V.
	Total

**III. PANEL FOTOGRÁFICO:**



**IV. DATOS DE EXPERTOS:**

Nombre y apellidos	Ericson Santisteban Ayala
Profesión	Ingeniero Civil
C.I.P.	252369
Centro de Labores	INGEOTOP INVERSIONES SAC
Cargo	GERENTE DE OPERACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
e-mail	<a href="mailto:esantisteban@ingeotop.net.pe">esantisteban@ingeotop.net.pe</a>
Teléfono o celular	969529831
Fecha de la validación (día, mes y año):	03/12/2022
Firma	 ERICSON SANTISTEBAN AYALA Ingeniero Civil CIP N° 252369

**IV. EVALUACION DE EXPERTOS:**

N°	Descripción	Puntaje Max.	Calificación
I	<b>Datos Generales:</b>		
1.1	Ubicación de la zona de estudio:	10	
1.2	Vía de acceso:	10	
1.3	Estado de la vía:	10	
II	<b>Datos Técnicos:</b>		
2.1	Red vial vecinal del distrito:	10	
2.2	Características del suelo y canteras	10	
2.3	Resistencia soporte de carga CBR - con Geocelda:	15	
2.4	Reducción del asentamiento de suelo de la vía no	15	
2.5	Reducción de costos de inversión con la aplicación de	10	
III	<b>Tomas Fotográficas:</b>	10	



## INFORME N° 001- GRANULOMETRIA

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES

TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"

UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA

FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1/KM: 3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
3/8"	9.525			
Nº4	4.760			
Nº10	2.000			
Nº40	0.426			
Nº200	0.074			
- Nº200				

Tamaño Máximo	:	2"
Tamaño Nominal	:	1 1/2"
% grava	:	23.9
% arena	:	67.4
% finos	:	8.7
D <sub>10</sub>	:	0.08 mm
D <sub>30</sub>	:	0.45 mm
D <sub>60</sub>	:	0.57 mm
Cu	:	7.2
Cc	:	4.483

#### LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 / ASTM D4318

Límite Líquido (%)	:	0.0
Límite plástico (%)	:	NP
Índice Plástico (%)	:	NP

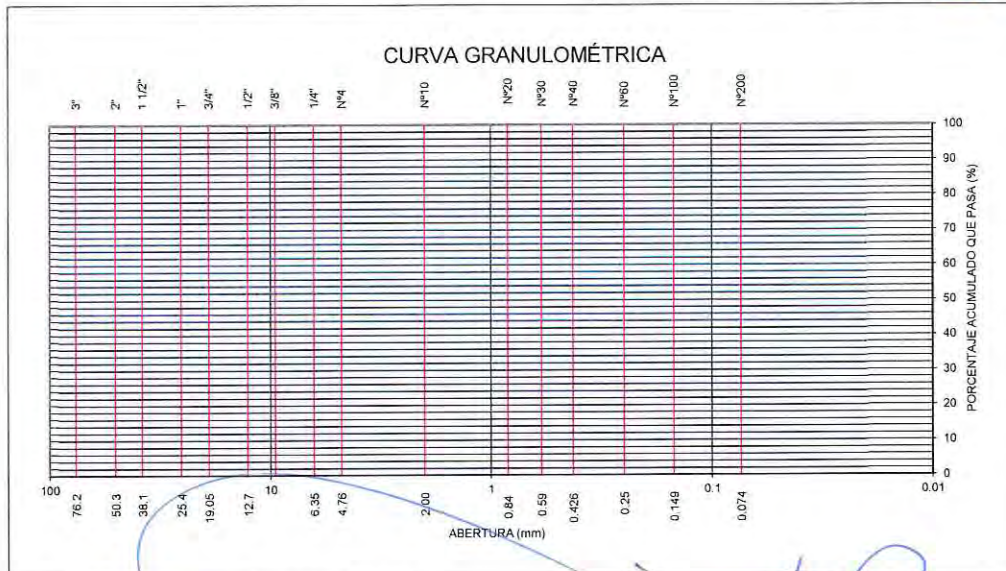
Clasificación SUCS, ASTM D2487 : SP-SM

Clasificación AASHTO, ASTM D3282 : A-1-b(0)

Contenido de Humedad, ASTM D2216 : 5.5 %

#### Método de Compactación - Proctor

Ø del Molde	4"	6"	
Método de Compactación - Proctor	A	B	C



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala

  
**ERICSON**  
**SANTISTEBAN AYALA**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369

INFORME N°01 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES

TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"

UBICACIÓN : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA

FECHA : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2020

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2  
Muestra : M-1/KM: 5+000  
Prof.(m.) : Relleno/Afirmado


PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS (MTC E-206 / NTP 400.021)

DESCRIPCIÓN	U.M.	ENSAYOS			
		1	2	3	PROMEDIO
PRUEBA N°					
A. Peso de la muestra seca en el aire	gr.				
B. Peso de la muestra surada superficialmente seca en el aire	gr.				
C. Peso en el agua de la muestra saturada	gr.				
Peso específico de masa (A/(B-C))	g/cm <sup>3</sup>				
Peso específico de masa saturado con superficie seca B/(B-C)	g/cm <sup>3</sup>				
Peso específico aparente A/(A-C)	g/cm <sup>3</sup>				
Absorción de agua (B-A)/A	%				

Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Ing. Bach. Gianfranco Bazan Garcia

Revisión : Ing. Roselyn L. Santillana Rivero



ERICSON  
SANTISTEBAN AYALA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 252369

**INFORME N°1 ABRASION LOS ANGELES**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACIÓN : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2020

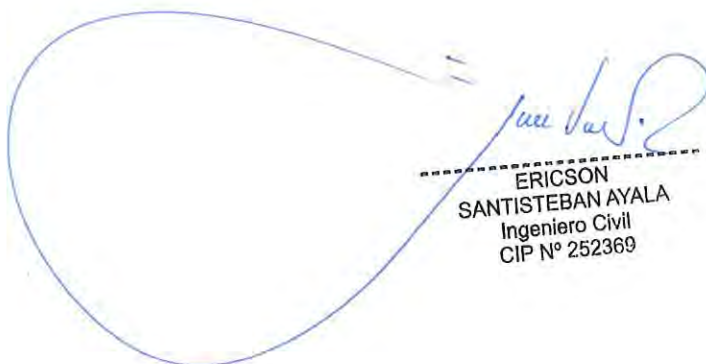
**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-2  
 Muestra : M-1/KM: 5+000  
 Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

**ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 1/2") (MTC E 207 / NTP 400.019)**

Medida del tamiz (abertura cuadrada)				Mesa de tamaño indicado, g			
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		Gradación			
mm	pulg.	mm	pulg.	A	B	C	D
37.5	1 1/2"	25.4	1"				
25	1"	19	3/4"				
19	3/4"	12.7	1/2"				
12.5	1/2"	9.52	3/8"				
9.5	3/8"	6.35	1/4"				
6.3	1/4"	4.75	N° 04				
4.75	N°4	2.36	N° 08				
Peso Total de la Muestra							
Peso Retenido en la Malla N° 12							
Total de Desgaste							
N° de Esferas				12	11	8	6
Peso de las Esferas							
Porcentaje Obtenido							
<b>PROMEDIO</b>							

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*  
 Ejecutado por : Ing. Bach. Gianfranco Bazan Garcia  
 Revisado por : Ing. Roselyn L. Santillana Rivero



ERICSON  
 SANTISTEBAN AYALA  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369

### INFORME N° Humedad Natural

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
UBICACIÓN : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : C-1  
Muestra : M-1/KM: 3+000  
Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

### CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO - ASTM D 2216

DESCRIPCIÓN	U.M.	ENSAYOS			
		1	2	3	4
Prueba N°					
Tara N°		T-1			
Tara + suelo humedo	(gr.)				
Tara + suelo seco	(gr.)				
Peso del agua	(gr.)				
Peso de tara	(gr.)				
Peso suelo seco	(gr.)				
Contenido de humedad	%				
Promedio de contenido de humedad	%				

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*

*Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes*

*Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala*

  
ERICSON  
SANTISTEBAN AYALA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 252369

**INFORME N° LÍMITES DE ATTERBERG**

SOLICITANTE : **SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES**  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACIÓN : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM: 3+000  
 Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

**LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 / ASTM D4318**

DESCRIPCIÓN	U.M.	LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO			
		1	2	1	2	3	4
Prueba N°							
Tara N°		2	4	11	9	20	15
N° de golpes				15	21	27	34
Tara + suelo húmedo	(gr.)						
Tara + suelo seco	(gr.)						
Peso del agua	(gr.)						
Peso de tara	(gr.)						
Peso suelo seco	(gr.)						
Contenido de humedad	(%)						

Material pasante de la malla N° 40

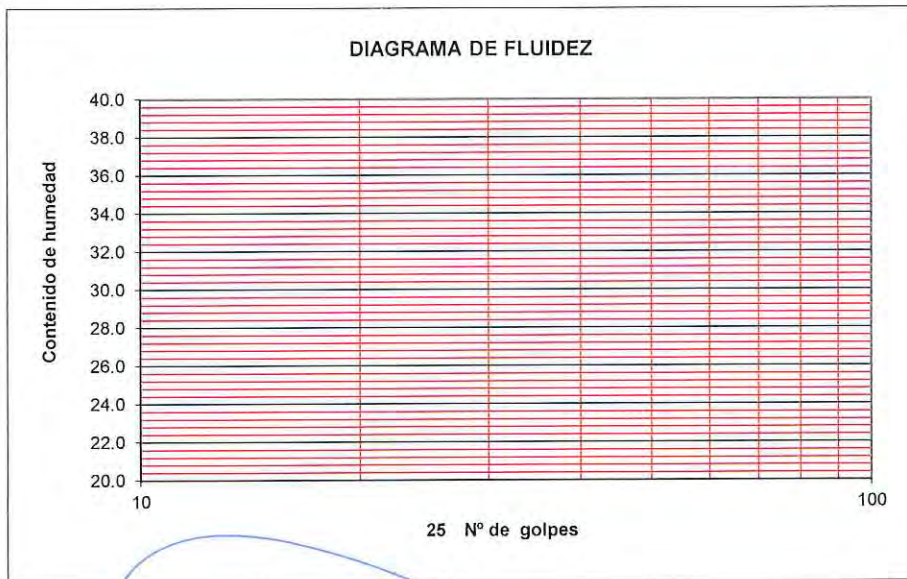
Límite Líquido : 0.0 

Presenta?	SI
-----------	----

  
 Límite Plástico : NP 

Presenta?	
-----------	--

  
 Índice de Plasticidad : NP



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala

*Ericson Santisteban Ayala*  
 ERICSON  
 SANTISTEBAN AYALA  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369

**INFORME N° 001 - PROCTOR**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1/KM: 3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

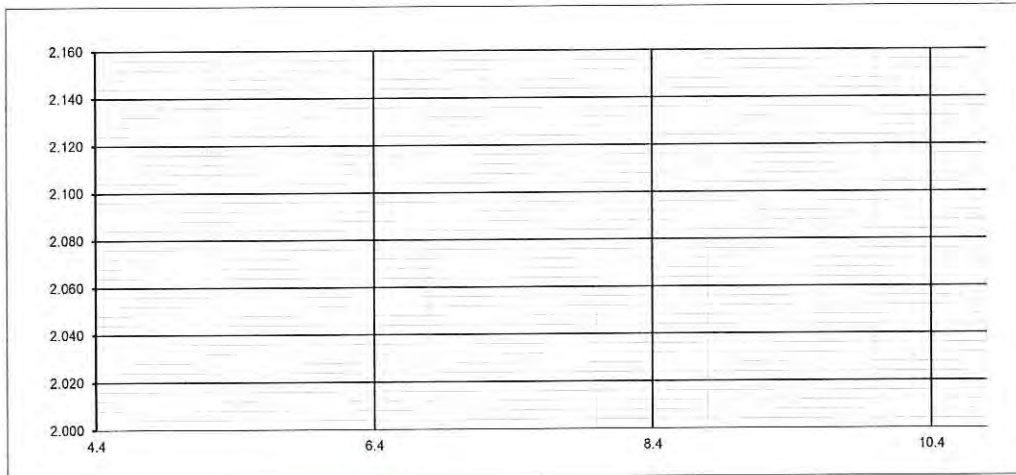
**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)  
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)**

Molde N° 1	Diametro Molde			Volumen Molde	2093	m3.	N° de capas	5
	4"	6"						
	A	B	C	Peso Molde	6094	gr.	N° de golpes	56 Glp
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>				1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.			10,506	10,714	10,930	10,928	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.							
Peso Volumetrico Humedo	gr.							
Recipiente Numero								
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.							
Peso Suelo Seco + Tara	gr.							
Peso de la Tara	gr.							
Peso del agua	gr.							
Peso del suelo seco	gr.							
Contenido de agua	%							
Densidad Seca	gr/cc							

**RESULTADOS**

Densidad Máxima Seca		(gr/cm3)	Humedad óptima	(%)
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima	%

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes

  
 -----  
**ERICSON**  
**SANTISTEBAN AYALA**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369

**INFORME N° FICHA CBR**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELADAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 03 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM:3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**CALCULO DEL CBR SIN GEOCELDA ( 20 X 50 CM)**

Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	468		234		117	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)						
Peso de molde (g)						
Peso del suelo húmedo (g)						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )						
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )						
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)						
Peso suelo seco + tara (g)						
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)						
Peso de suelo seco (g)						
Contenido de humedad (%)						
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )						

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
30/10/22	08:30	0	0								
31/10/22	08:30	24	3								
01/11/22	08:30	48	7								
02/11/22	08:30	72	13								
03/11/22	08:30	96	29								

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
mm	pulg.	STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION
		kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000													
0.635	0.025													
1.270	0.050													
1.905	0.075													
2.540	0.100													
3.810	0.150													
5.080	0.200													
6.350	0.250													
7.620	0.300													
10.160	0.400													
12.700	0.500													

OBSERVACIONES : Anillo: 1000 Kilos

Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes

  
 ERICSON  
 SANTISTEBAN AYALA  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369

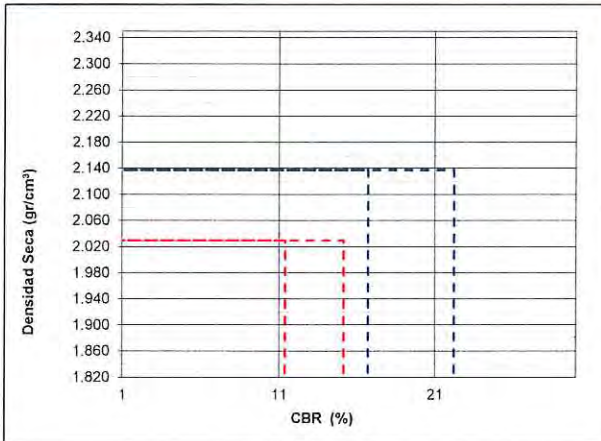
**INFORME N° FICHA DE CBR**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 03 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM:3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR SIN GEOCELDA (20 X 50 CM)**



METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	: 2.137
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	: 2.030

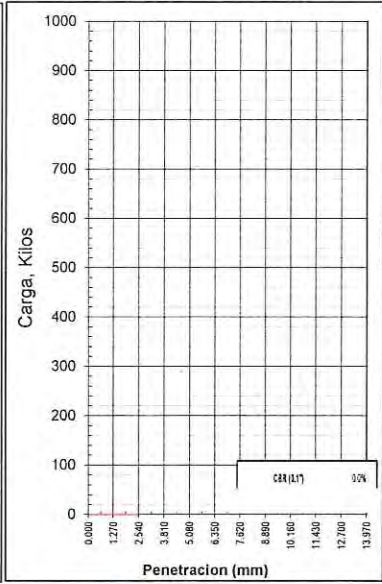
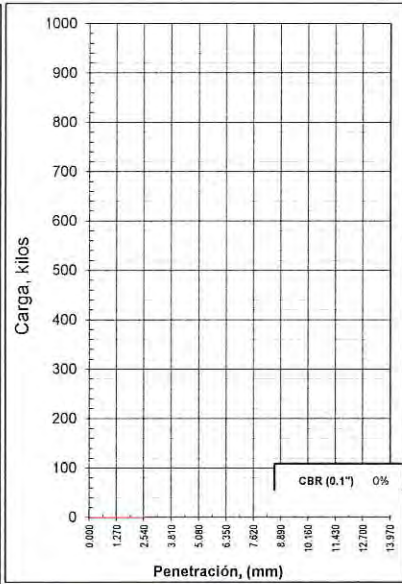
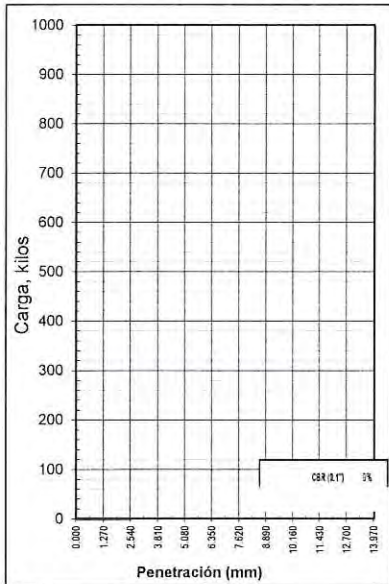
<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 16.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 11.4 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 22.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 15.2 %

**OBSERVACIONES:**  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

EC = 468 GOLPES

EC = 234 GOLPES


EC = 117 GOLPES



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala

Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimés

  
**ERICSON SANTISTEBAN AYALA**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 252369





FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

TITULO: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532-BARRANCA, 2022"
AUTORES: ORTIZ JAIMES, SAMUEL GILBER FECHA: / /

I. INFORMACION GENERAL:

1.1 Ubicación Geografía de la zona de estudio:

Maps and data for REGION, PROVINCIA, DISTRITO, LUGAR, COORDENADAS UTM, and ALTITUD (m.s.n.m).

1.2 Via de acceso:

Para llegar al inicio del camino vecinal materia del presente servicio, se realiza desde el emp. PE-1N (Supe), desplazándose por la ruta LM-529 hasta el Emp. LM-529 (Virgen de las Mercedes), para luego empalmarse con el inicio del tramo.

II. INFORMACIÓN TECNICA:

2.1 Categorización de Geocelda

Form fields for Categoría A - Rentable, Categoría B - Calificada, and Categoría C - Resistente.

Form fields for Ancho de Calzada and Numero de Carriles (und.).

2.2 Características del Suelo (Este ítem se usará también para Cantera):

Form fields for Clasificación AASHTO, Clasificación SUCS, and Índice de Plasticidad.

Form fields for Ensayo Protor and Capacidad de Soporte (CBR).

2.3 Incremento de Capacidad soporte de carga - CBR:

Form fields for CBR - Sin Geocelda and CBR - Con Geocelda.

2.4 Reducción de Expansión:

Form fields for Expansión - Sin Geocelda and Expansión - Con Geocelda.

Signature and stamp of Carlos Aurelio Falcon Ramirez, Ingeniero Civil, C.P. N° 67211.

### FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

**TITULO:** "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532-BARRANCA, 2022"

**AUTORES:** ORTIZ JAIMES, SAMUEL GILBER

**FECHA:** / /

**2.5 Reducción de Costos de Inversion:**

**SUELOS SIN GEOELDAS**

Partida	Monto (S/.)
1. Obras Provisoriales	
2. Obras preliminares	
3. Movimiento de Tierra	
4. Afirmado	
	Costo Directo
	Gastos Generales
	Utilidad
	Subtotal
	I.G.V.
	Total



**SUELOS CON GEOELDAS**

Partida	Monto (S/.)
1. Obras Provisoriales	
2. Obras preliminares	
3. Movimiento de Tierra	
4. Geocelda Clase B	
5. Afirmado	
	Costo Directo
	Gastos Generales
	Utilidad
	Subtotal
	I.G.V.
	Total

**III. PANEL FOTOGRÁFICO:**



**IV. DATOS DE EXPERTOS:**

Nombre y apellidos	Carlos Aurelio Falcon Ramirez
Profesión	Ingeniero Civil
C.I.P.	67211
Centro de Labores	Cosultor de Obras
Cargo	Gerente
e-mail	<a href="mailto:cfalcon_ing@yahoo.es">cfalcon_ing@yahoo.es</a>
Teléfono o celular	998494404
Fecha de la validación (día, mes y año):	03/12/2022
Firma	 

**IV. EVALUACION DE EXPERTOS:**

N°	Descripcion	Puntaje Max.	Calificación
I	<b>Datos Generales:</b>		
1.1	Ubicación de la zona de estudio:	10	
1.2	Vía de acceso:	10	
1.3	Estado de la vía:	10	
II	<b>Datos Técnicos:</b>		
2.1	Red vial vecinal del distrito:	10	
2.2	Características del suelo y canteras	10	
2.3	Resistencia soporte de carga CBR - con Geocelda:	15	
2.4	Reducción del asentamiento de suelo de la via no	15	
2.5	Reducción de costos de inversión con la aplicación de	10	
III	<b>Tomas Fotográficas:</b>	10	

### INFORME N° Humedad Natural

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES

TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"

UBICACIÓN : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA

FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : C-1  
Muestra : M-1/KM: 3+000  
Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

### CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO - ASTM D 2216

DESCRIPCIÓN	U.M.	ENSAYOS			
		1	2	3	4
Prueba N°		T-1			
Tara N°					
Tara + suelo humedo	(gr.)				
Tara + suelo seco	(gr.)				
Peso del agua	(gr.)				
Peso de tara	(gr.)				
Peso suelo seco	(gr.)				
Contenido de humedad	%				
Promedio de contenido de humedad	%				

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*

*Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes*

*Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala*



  
CARLOS AURELIO FALCON RAMIREZ  
Ingeniero Civil  
C. P. N° 67211

**INFORME N°1 ABRASION LOS ANGELES**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACIÓN : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2020

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-2  
 Muestra : M-1/KM: 5+000  
 Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

**ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 1/2") (MTC E 207 / NTP 400.019)**

Medida del tamiz (abertura cuadrada)				Mesa de tamaño indicado, g			
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		Gradación			
mm	pulg.	mm	pulg.	A	B	C	D
37.5	1 1/2"	25.4	1"				
25	1"	19	3/4"				
19	3/4"	12.7	1/2"				
12.5	1/2"	9.52	3/8"				
9.5	3/8"	6.35	1/4"				
6.3	1/4"	4.75	N° 04				
4.75	N°4	2.36	N° 08				
Peso Total de la Muestra							
Peso Retenido en la Malla N° 12							
Total de Desgaste							
N° de Esferas				12	11	8	6
Peso de las Esferas							
Porcentaje Obtenido							
<b>PROMEDIO</b>							

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*  
 Ejecutado por : Ing. Bach. Gianfranco Bazan Garcia  
 Revisado por : Ing. Roselyn L. Santillana Rivero


  
**CARLOS AURELIO FALCON RAMIREZ**  
 Ingeniero Civil  
 C.P. N° 67211

**INFORME N°01 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS**

**SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES**

TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"

UBICACIÓN : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA

FECHA : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2020

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-2  
 Muestra : M-1/KM: 5+000  
 Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS (MTC E-206 / NTP 400.021)**

DESCRIPCIÓN	U.M.	ENSAYOS			
		1	2	3	PROMEDIO
PRUEBA N°					
A. Peso de la muestra seca en el aire	gr.				
B. Peso de la muestra surada superficialmente seca en el aire	gr.				
C. Peso en el agua de la muestra saturada	gr.				
Peso específico de masa (A/(B-C))	g/cm <sup>3</sup>				
Peso específico de masa saturado con superficie seca B/(B-C)	g/cm <sup>3</sup>				
Peso específico aparente A/(A-C)	g/cm <sup>3</sup>				
Absorción de agua (B-A)/A	%				

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*

Ejecución : Ing. Bach. Gianfranco Bazan Garcia

Revisión : Ing. Roselyn L. Santillana Rivero



  
**CARLOS AURELIO FALCON RAMIREZ**  
 Ingeniero Civil  
 C .P. N° 67211

## INFORME N° 001- GRANULOMETRIA

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES

TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"

UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA

FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1/KM: 3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
3/8"	9.525			
Nº4	4.760			
Nº10	2.000			
Nº40	0.426			
Nº200	0.074			
- Nº200				

Tamaño Máximo	: 2"
Tamaño Nominal	: 1 1/2"
% grava	: 23.9
% arena	: 67.4
% finos	: 8.7
D <sub>10</sub>	: 0.08 mm
D <sub>30</sub>	: 0.45 mm
D <sub>60</sub>	: 0.57 mm
Cu	: 7.2
Cc	: 4.483

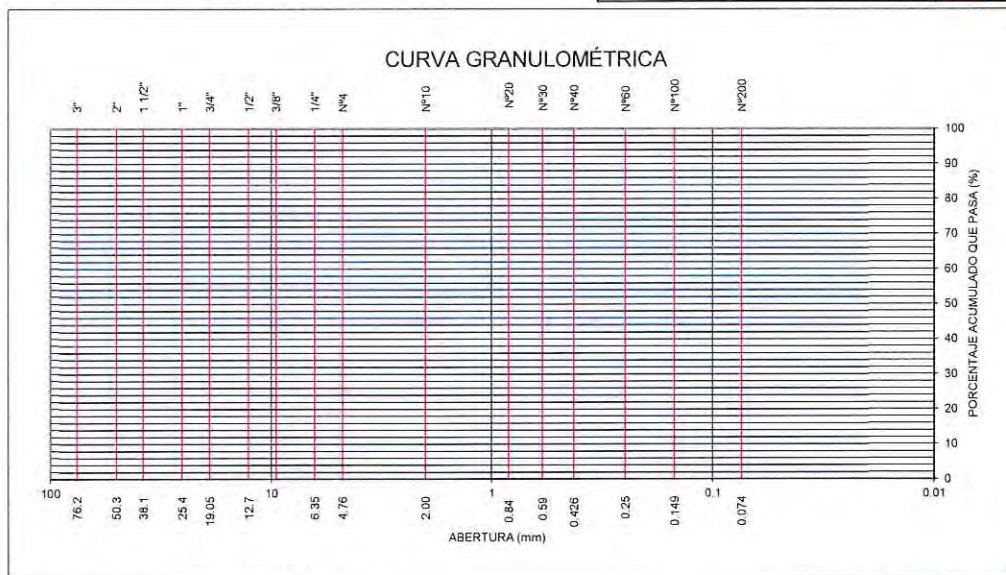
#### LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 / ASTM D4318

Límite Líquido (%)	: 0.0
Límite plástico (%)	: NP
Índice Plástico (%)	: NP

Clasificación SUCS, ASTM D2487 : SP-SM  
 Clasificación AASHTO, ASTM D3282 : A-1-b(0)  
 Contenido de Humedad, ASTM D2216 : 5.5 %

#### Método de Compactación - Proctor

Ø del Molde	4"	6"	
Método de Compactación - Proctor	A	B	C



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala



  
**CARLOS AURELIO FALCON RAMIREZ**  
 Ingeniero Civil  
 C.P. N° 67211

**INFORME N° LÍMITES DE ATTERBERG**

**SOLICITANTE** : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON  
**TESIS** : APLICACIÓN DE GEOELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA  
 LM-532 BARRANCA, 2022"  
**UBICACIÓN** : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA** : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM: 3+000  
 Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

**LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 / ASTM D4318**

DESCRIPCIÓN	U.M.	LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO			
		1	2	1	2	3	4
Prueba N°							
Tara N°		2	4	11	9	20	15
N° de golpes				15	21	27	34
Tara + suelo húmedo	(gr.)						
Tara + suelo seco	(gr.)						
Peso del agua	(gr.)						
Peso de tara	(gr.)						
Peso suelo seco	(gr.)						
Contenido de humedad	(%)						

Material pasante de la malla N° 40

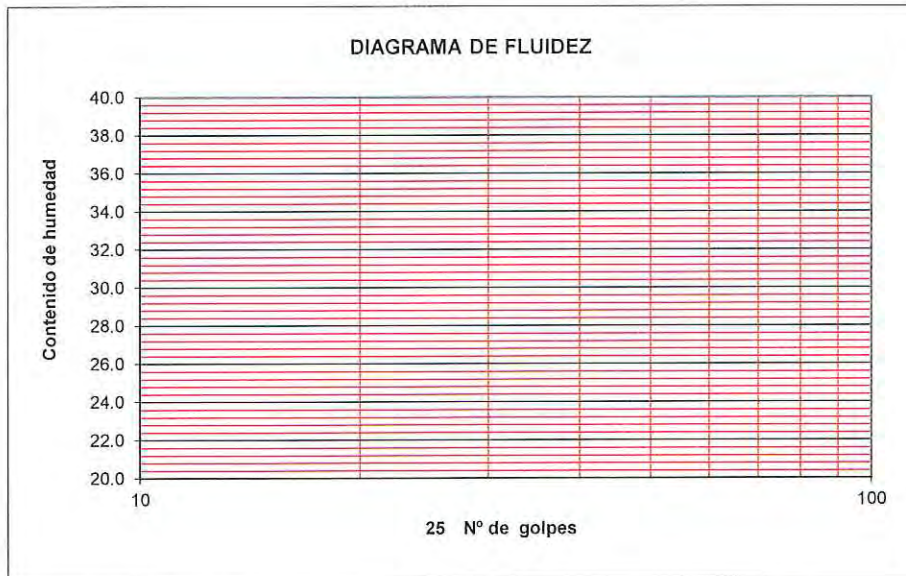
Límite Líquido : 0.0 

Presenta?	SI
-----------	----

  
 Límite Plástico : NP 

Presenta?	
-----------	--

  
 Índice de Plasticidad : NP



*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*

Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala



  
**CARLOS AURELIO FALCON RAMIREZ**  
 Ingeniero Civil  
 C . P . N° 67211

**INFORME N° 001 - PROCTOR**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1/KM: 3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

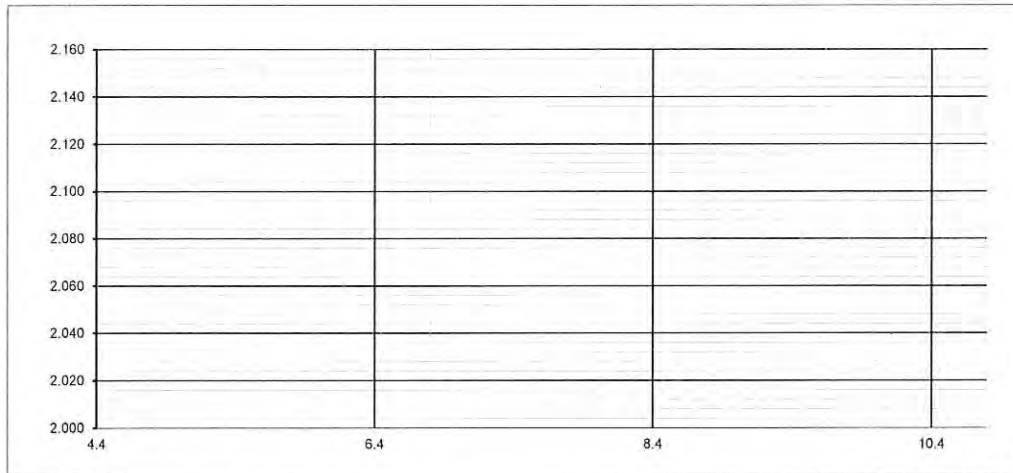
**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)  
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)**

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	2093	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B		C	Peso Molde	6094	gr.
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>					<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso Suelo + Molde				gr.	10,506	10,714	10,930	10,928
Peso Suelo Humedo Compactado				gr.				
Peso Volumetrico Humedo				gr.				
Recipiente Numero								
Peso Suelo Humedo + Tara				gr.				
Peso Suelo Seco + Tara				gr.				
Peso de la Tara				gr.				
Peso del agua				gr.				
Peso del suelo seco				gr.				
Contenido de agua				%				
Densidad Seca				gr/cc				

**RESULTADOS**


Densidad Máxima Seca		(gr/cm3)	Humedad óptima		(%)
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima		%

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes



  
**CARLOS AURELIO FALCON RAMIREZ**  
 Ingeniero Civil  
 C.P. N° 87211



INFORME N° FICHA CBR

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELIDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 03 DE NOVIEMBRE DEL 2022

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM:3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

CALCULO DEL CBR SIN GEOCELDA ( 20 X 50 CM)

Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	468		234		117	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)						
Peso de molde (g)						
Peso del suelo húmedo (g)						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )						
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )						
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)						
Peso suelo seco + tara (g)						
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)						
Peso de suelo seco (g)						
Contenido de humedad (%)						
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )						

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
30/10/22	08:30	0	0								
31/10/22	08:30	24	3								
01/11/22	08:30	48	7								
02/11/22	08:30	72	13								
03/11/22	08:30	96	29								

PENETRACION

PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
		STAND.	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION		
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	kg	%
0.000	0.000														
0.635	0.025														
1.270	0.050														
1.905	0.075														
2.540	0.100														
3.810	0.150														
5.080	0.200														
6.350	0.250														
7.620	0.300														
10.160	0.400														
12.700	0.500														

OBSERVACIONES : Anillo: 1000 Kilos

Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Revisado por : Ing. Ericson Sanluis Ayala  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimos



CARLOS AURELIO FALCON RAMIREZ  
 Ingeniero Civil  
 C .P. N° 67211

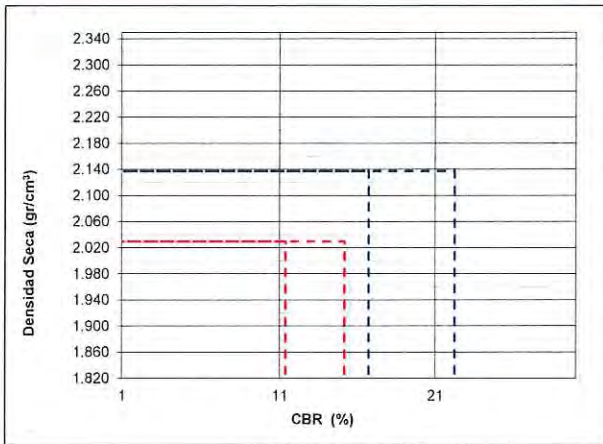
## INFORME N° FICHA DE CBR

**SOLICITANTE** : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
**TESIS** : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
**UBICACION** : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA** : 03 DE NOVIEMBRE DEL 2022

### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM:3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

#### REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR SIN GEOCELDA (20 X 50 CM)



<b>METODO DE COMPACTACION</b>	: AASHTO T-180
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 2.137
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	: 8.6
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	: 2.030

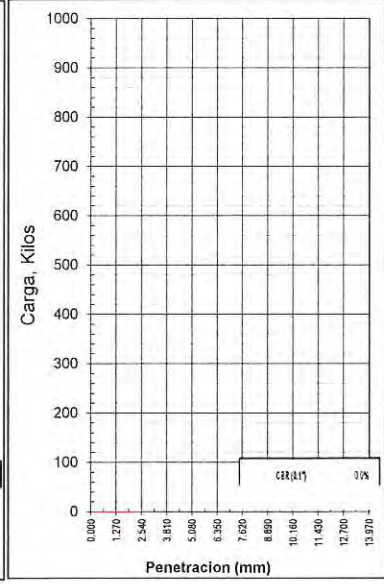
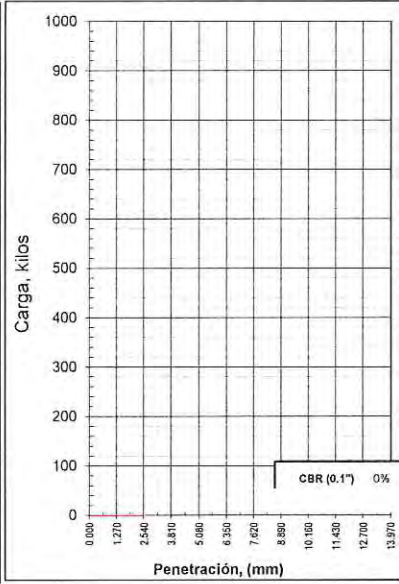
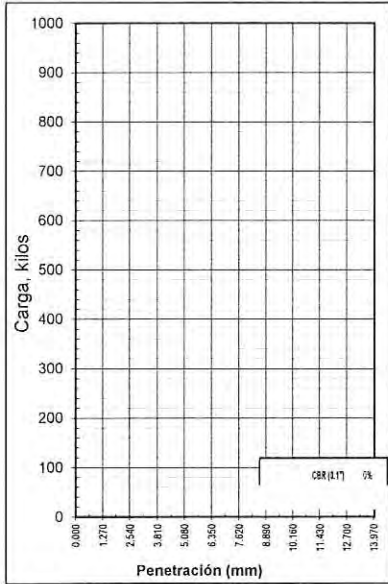
<b>RESULTADOS:</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 16.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 11.4 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 22.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 15.2 %

**OBSERVACIONES:**

EC = 468 GOLPES

EC = 234 GOLPES

EC = 117 GOLPES



*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimés



**CARLOS AURELIO FALCON RAMIREZ**  
 Ingeniero Civil  
 C. P. N° 67211



FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

TITULO: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532-BARRANCA, 2022"
AUTORES: ORTIZ JAIMES, SAMUEL GILBER FECHA: / /

I. INFORMACION GENERAL:

1.1 Ubicación Geografía de la zona de estudio:

REGION: PROVINCIA: DISTRITO: LUGAR: COORDENADAS UTM ALTITUD (m.s.n.m)
Norte: 8809531.9977 Este: 219857.5758
Cota de inicio: 146.033 Cota de fin: 338.204

1.2 Via de acceso:

Para llegar al inicio del camino vecinal materia del presente servicio, se realiza desde el emp. PE-1N (Supe), desplazándose por la ruta LM-529 hasta el Emp. LM-529 (Virgen de las Mercedes), para luego empalmarse con el inicio del tramo.

II. INFORMACIÓN TECNICA:

2.1 Categorización de Geocelda

Form with three categories: Categoría A - Rentable, Categoría B - Calificada, Categoría C - Resistente

Form with two fields: Ancho de Calzada, Numero de Carriles (und.)

2.2 Características del Suelo (Este ítem se usará también para Cantera):

Form with three classification fields: Clasificación AASHTO, Clasificación SUCS, Índice de Plasticidad

Form with two test fields: Ensayo Protor, Capacidad de Soporte (CBR)

2.3 Incremento de Capacidad soporte de carga - CBR:

Form with two CBR comparison fields: CBR - Sin Geocelda, CBR - Con Geocelda

2.4 Reducción de Expansión:

Form with two expansion comparison fields: Expansión - Sin Geocelda, Expansión - Con Geocelda

Signature and stamp of DIEGO ANDRE LUNA VEGA, INGENIERO CIVIL, R.C. CIP N° 199083

**FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

**TITULO:** "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532-BARRANCA, 2022"

**AUTORES:** ORTIZ JAIMES, SAMUEL GILBER

**FECHA:** / /

2.5 Reducción de Costos de Inversion:

**SUELOS SIN GEOCELDAS**

Partida	Monto (S./)
1. Obras Provisoriales	
2. Obras preliminares	
3. Movimiento de Tierra	
4. Afirmado	
Costo Directo	
Gastos Generales	
Utilidad	
Subtotal	
I.G.V.	
Total	

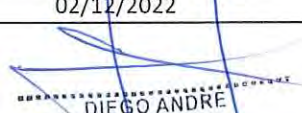
**SUELOS CON GEOCELDAS**

Partida	Monto (S./)
1. Obras Provisoriales	
2. Obras preliminares	
3. Movimiento de Tierra	
4. Geocelda Clase B	
5. Afirmado	
Costo Directo	
Gastos Generales	
Utilidad	
Subtotal	
I.G.V.	
Total	

**III. PANEL FOTOGRÁFICO:**



**IV. DATOS DE EXPERTOS:**

Nombre y apellidos	Diego Andre Luna Vega
Profesión	Ingeniero Civil
C.I.P.	199083
Centro de Labores	Direccion de Transporte Lima Provincias
Cargo	Especialista Reconstruccion por Cambio
e-mail	<a href="mailto:d2692@hotmail.com">d2692@hotmail.com</a>
Teléfono o celular	978669182
Fecha de la validación (día, mes y año):	02/12/2022
Firma	 DIEGO ANDRE LUNA VEGA INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 199083

**IV. EVALUACION DE EXPERTOS:**

N°	Descripcion	Puntaje Max.	Calificación
<b>I</b>	<b>Datos Generales:</b>		
1.1	Ubicación de la zona de estudio:	10	
1.2	Vía de acceso:	10	
1.3	Estado de la vía:	10	
<b>II</b>	<b>Datos Técnicos:</b>		
2.1	Red vial vecinal del distrito:	10	
2.2	Características del suelo y canteras	10	
2.3	Resistencia soporte de carga CBR - con Geocelda:	15	
2.4	Reducción del asentamiento de suelo de la via no	15	
2.5	Reducción de costos de inversión con la aplicación de	10	
<b>III</b>	<b>Tomas Fotográficas:</b>	10	

## INFORME N° 001- GRANULOMETRIA

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES

TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"

UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA

FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1/KM: 3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
3/8"	9.525			
N°4	4.760			
N°10	2.000			
N°40	0.426			
N°200	0.074			
- N°200				

Tamaño Máximo	: 2"
Tamaño Nominal	: 1 1/2"
% grava	: 23.9
% arena	: 67.4
% finos	: 8.7
D <sub>10</sub>	: 0.08 mm
D <sub>30</sub>	: 0.45 mm
D <sub>60</sub>	: 0.57 mm
Cu	: 7.2
Cc	: 4.483

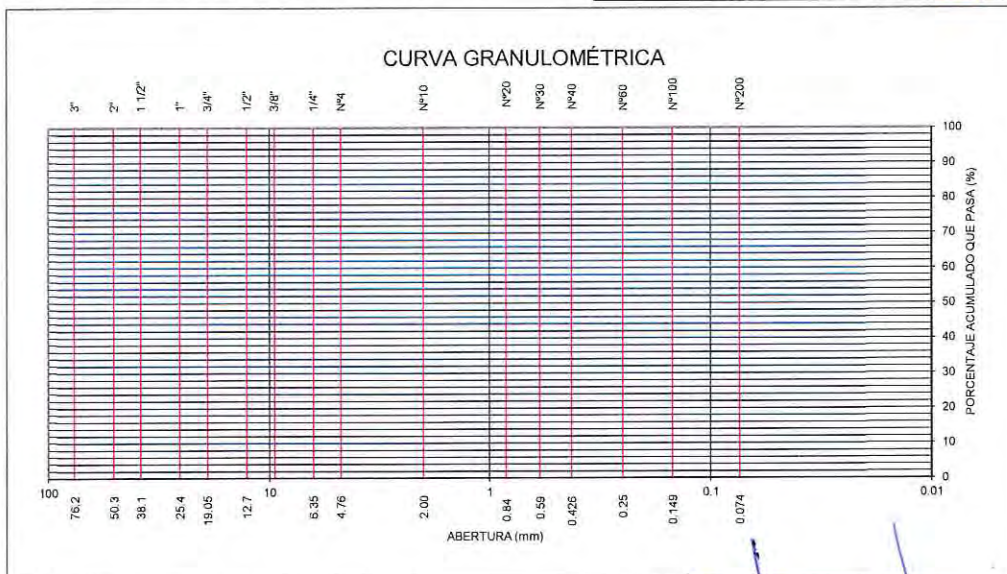
#### LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 / ASTM D4318

Límite Líquido (%)	: 0.0
Límite plástico (%)	: NP
Índice Plástico (%)	: NP

Clasificación SUCS, ASTM D2487 : SP-SM  
 Clasificación AASHTO, ASTM D3282 : A-1-b(0)  
 Contenido de Humedad, ASTM D2216 : 5.5 %

#### Método de Compactación - Proctor

Ø del Molde	4"	6"	
Método de Compactación - Proctor	A	B	C



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes  
 Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala

  
**DIEGO ANDRÉ LUNA VEGA**  
 INGENIERO CIVIL  
 R. CIP N° 199083

INFORME N°01 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES

TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"

UBICACIÓN : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA

FECHA : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2020

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2  
Muestra : M-1/KM: 5+000  
Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS (MTC E-206 / NTP 400.021)

DESCRIPCIÓN	U.M.	ENSAYOS			
		1	2	3	PROMEDIO
PRUEBA N°					
A. Peso de la muestra seca en el aire	gr.				
B. Peso de la muestra surada superficialmente seca en el aire	gr.				
C. Peso en el agua de la muestra saturada	gr.				
Peso específico de masa (A/(B-C))	g/cm <sup>3</sup>				
Peso específico de masa saturado con superficie seca B/(B-C)	g/cm <sup>3</sup>				
Peso específico aparente A/(A-C)	g/cm <sup>3</sup>				
Absorción de agua (B-A)/A	%				

Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Ing. Bach. Gianfranco Bazan Garcia

Revisión : Ing. Roselyn L. Santillana Rivero

  
DIEGO ANDRE  
LUNA VEGA  
INGENIERO CIVIL

**INFORME N°1 ABRASION LOS ANGELES**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACIÓN : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 05 DE NOVIEMBRE DEL 2020

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-2  
 Muestra : M-1/KM: 5+000  
 Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

**ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 ½") (MTC E 207 / NTP 400.019)**

Medida del tamiz (apertura cuadrada)				Mesa de tamaño indicado, g			
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		Gradación			
mm	pulg.	mm	pulg.	A	B	C	D
37.5	1 1/2"	25.4	1"				
25	1"	19	3/4"				
19	3/4"	12.7	1/2"				
12.5	1/2"	9.52	3/8"				
9.5	3/8"	6.35	1/4"				
6.3	1/4"	4.75	N° 04				
4.75	N°4	2.36	N° 08				
Peso Total de la Muestra							
Peso Retenido en la Malla N° 12							
Total de Desgaste							
N° de Esferas				12	11	8	6
Peso de las Esferas							
Porcentaje Obtenido							
<b>PROMEDIO</b>							

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*  
 Ejecutado por : Ing. Bach. Gianfranco Bazan Garcia  
 Revisado por : Ing. Roselyn L. Santillana Rivero

  
 DIEGO ANDRE  
 LUNA VEGA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 199083

### INFORME N° Humedad Natural

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
UBICACIÓN : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : C-1  
Muestra : M-1/KM: 3+000  
Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

### CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO - ASTM D 2216

DESCRIPCIÓN	U.M.	ENSAYOS			
		1	2	3	4
Prueba N°					
Tara N°		T-1			
Tara + suelo humedo	(gr.)				
Tara + suelo seco	(gr.)				
Peso del agua	(gr.)				
Peso de tara	(gr.)				
Peso suelo seco	(gr.)				
Contenido de humedad	%				
Promedio de contenido de humedad	%				

*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*

Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes  
Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala

  
DIEGO ANDRE  
LUNA VEGA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 199083



**INFORME N° LÍMITES DE ATTERBERG**

SOLICITANTE : **SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES**  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACIÓN : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM: 3+000  
 Prof.(m.) : Relleno/Afirmado

**LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129 / ASTM D4318**

DESCRIPCIÓN	U.M.	LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO			
		1	2	1	2	3	4
Prueba N°							
Tara N°		2	4	11	9	20	15
N° de golpes				15	21	27	34
Tara + suelo húmedo	(gr.)						
Tara + suelo seco	(gr.)						
Peso del agua	(gr.)						
Peso de tara	(gr.)						
Peso suelo seco	(gr.)						
Contenido de humedad	(%)						

Material pasante de la malla N° 40

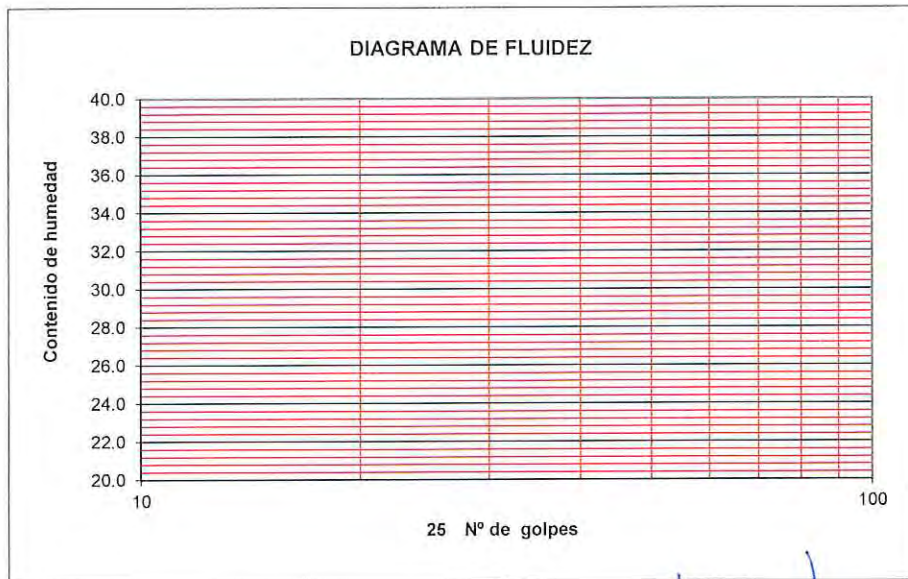
Límite Líquido : 0.0 

Presenta?	SI
-----------	----

  
 Límite Plástico : NP 

Presenta?	
-----------	--

  
 Índice de Plasticidad : NP



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes

Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala

**DIEGO ANDRÉ  
 LUNA VEGA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 199033**

**INFORME N° 001 - PROCTOR**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELDAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 24 DE OCTUBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1/KM: 3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

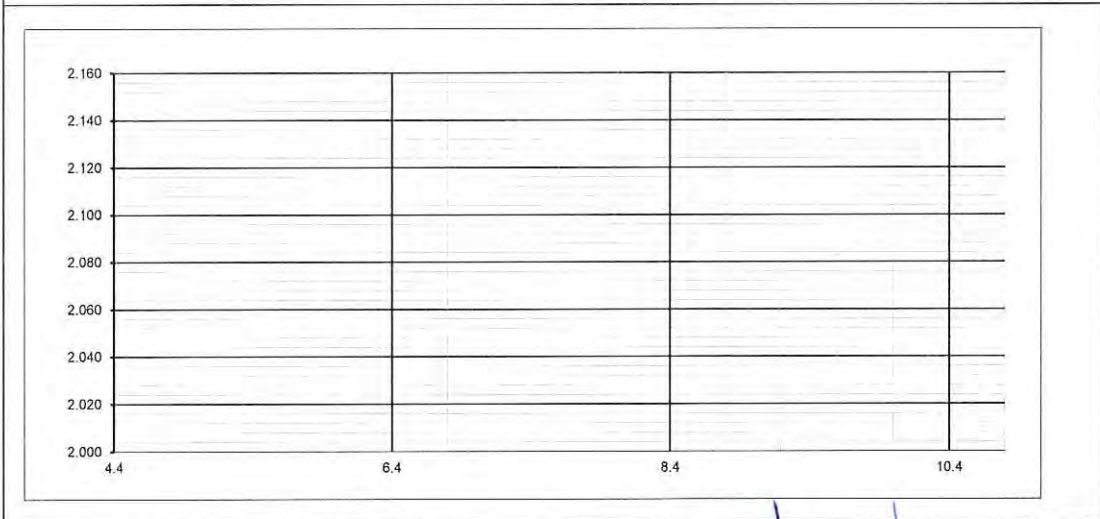
**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)  
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)**

Molde N° 1	Diametro Molde			Volumen Molde	2093	m3.	N° de capas	5
	4"	6"						
Metodo	A	B	C	Peso Molde	6094	gr.	N° de golpes	56 G/p
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>					<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso Suelo + Molde	gr.			10,506	10,714	10,930	10,928	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.							
Peso Volumetrico Humedo	gr.							
Recipiente Numero								
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.							
Peso Suelo Seco + Tara	gr.							
Peso de la Tara	gr.							
Peso del agua	gr.							
Peso del suelo seco	gr.							
Contenido de agua	%							
Densidad Seca	gr/cc							

**RESULTADOS**

Densidad Máxima Seca		(gr/cm3)	Humedad óptima	(%)
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima	%

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*  
 Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimés

**DIEGO ANDRE LUNA VEGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 199033**

**INFORME N° FICHA CBR**

SOLICITANTE : SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
 TESIS : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
 UBICACION : DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
 FECHA : 03 DE NOVIEMBRE DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : C-1  
 Muestra : M-1/KM:3+000  
 Usos : Relleno/Afirmado

**CALCULO DEL CBR SIN GEOCELDA ( 20 X 50 CM)**

	1	2	3
Molde N°	1	2	3
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	468	234	117
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)			
Peso de molde (g)			
Peso del suelo húmedo (g)			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )			
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)			
Peso suelo seco + tara (g)			
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)			
Peso de suelo seco (g)			
Contenido de humedad (%)			
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )			

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
30/10/22	08:30	0	0								
31/10/22	08:30	24	3								
01/11/22	08:30	48	7								
02/11/22	08:30	72	13								
03/11/22	08:30	96	29								

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
mm	pulg.	STAND.	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000													
0.635	0.025													
1.270	0.050													
1.905	0.075													
2.540	0.100													
3.810	0.150													
5.080	0.200													
6.350	0.250													
7.620	0.300													
10.160	0.400													
12.700	0.500													

OBSERVACIONES : Anillo: 1000 Kilos

Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Revisado por : Ing. Ericson Santisteban Ayala  
 Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes

DIEGO ANDRE LUNA VEGA  
 INGENIERO CIVIL  
 R. CIP N° 199083

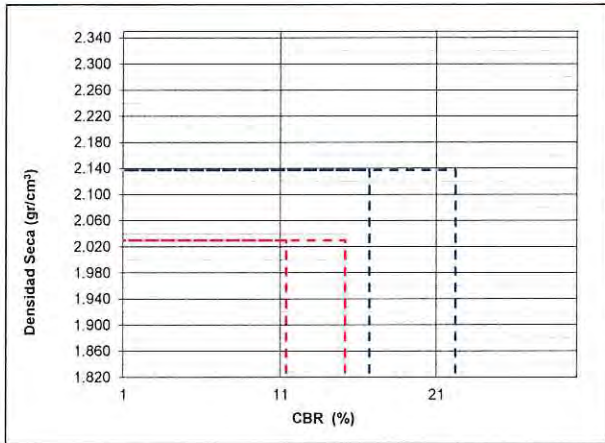
### INFORME N° FICHA DE CBR

**SOLICITANTE :** SAMUEL GILBER ORTIZ JAIMES  
**TESIS :** "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO CON APLICACIÓN DE GEOCELADAS EN VÍAS NO PAVIMENTADAS, RUTA LM-532 BARRANCA, 2022"  
**UBICACION :** DIST. DE SUPE, PROV. DE BARRANCA, DEP. DE LIMA  
**FECHA :** 03 DE NOVIEMBRE DEL 2022

#### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**Cantera :** C-1  
**Muestra :** M-1/KM:3+000  
**Usos :** Relleno/Afirmado

#### REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR SIN GEOCELDA (20 X 50 CM)



<b>METODO DE COMPACTACION</b>	AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.137
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.030

**RESULTADOS:**

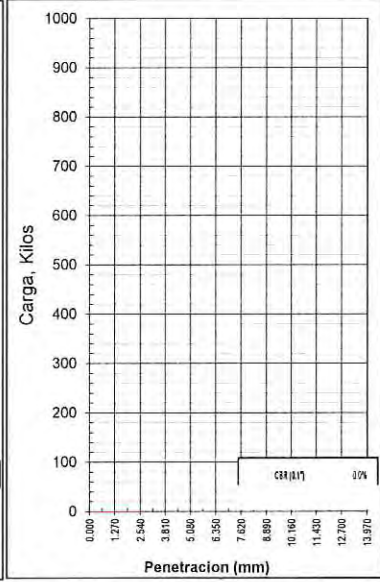
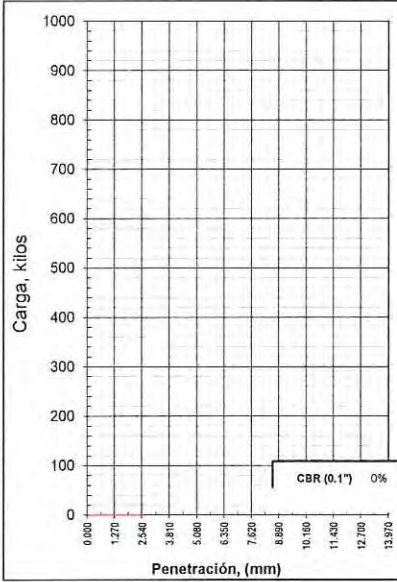
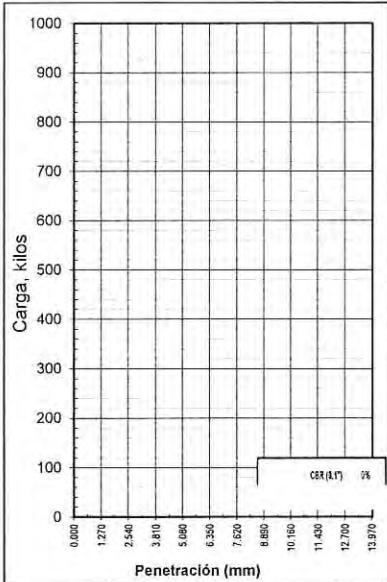
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	16.7	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	11.4	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	22.2	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	15.2	%

**OBSERVACIONES:**

EC = 468 GOLPES

EC = 234 GOLPES

EC = 117 GOLPES



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Revisado por : Ing. Ericson Santesteban Ayala

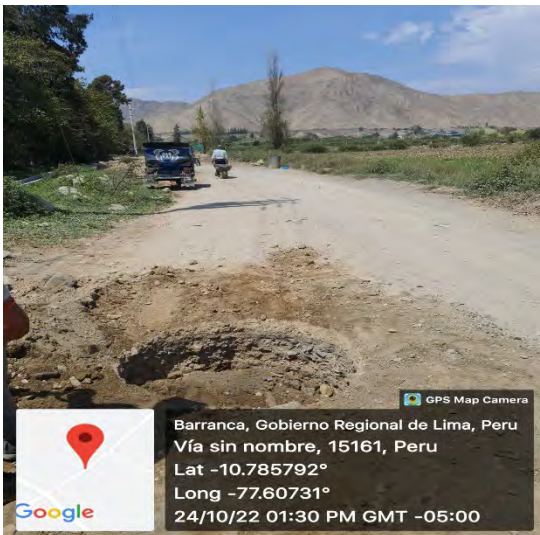
Ejecutado por : Sr. Samuel Gilber Ortiz Jaimes

**DIEGO ANDRE LUNA VEGA**  
 INGENIERO CIVIL  
 R.L. CIP N° 199083

**ANEXO N°8: PANEL FOTOGRÁFICO**



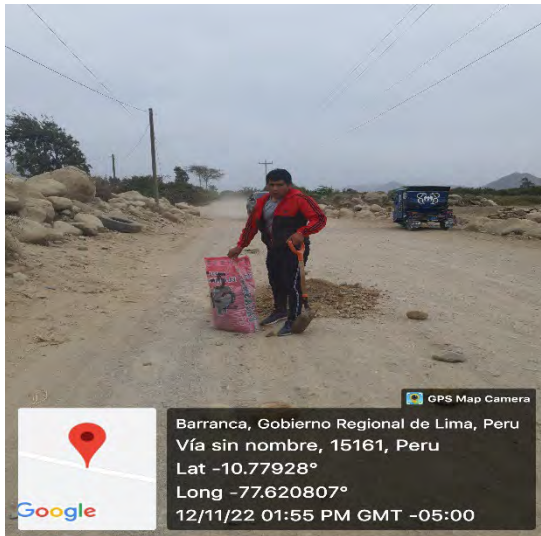
Fotografía N°01-02: Evidencia de la extracción de las muestras de la Calicata 02 – C2.



Fotografía N°03-04: Evidencia de ubicación de la extracción de las muestras de la Calicata 02 – C2.



Fotografía N°05-06: Evidencia de la extracción de las muestras de la Calicata 03-01  
– C3 -C1.



Fotografía N°07-08: Evidencia de ubicación de la extracción de las muestras de la Calicata 01 – C1.



Fotografía N°09-10: Evidencia del tamizado por la malla N°3/8 para el ensayo de Proctor y CBR.



Fotografía N°11-12: Evidencia de tamizado con las diferentes mallas para la búsqueda de la gradación.





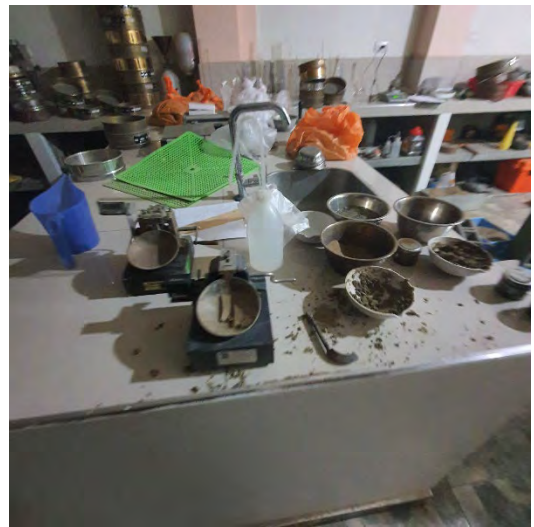
Fotografía N°13-14: Evidencia del tamizado para el ensayo de análisis granulométrico.



Fotografía N°15-16: Evidencia de tamizado para separar el material para los ensayos de límite líquido, límite de plástico.



Fotografía N°17-18: Evidencia del material para los ensayos de limite líquido, límite de plástico.



Fotografía N°19-20: Evidencia de realización de ensayos de limite líquido, límite de plástico.



Fotografía N°21-22: Evidencia del lavado del material para los ensayos de límite líquido, límite de plástico y horno utilizado para su secado.



Fotografía N°23-24: Evidencia de realización de ensayos de Proctor de calicatas C1-C2-C3.



Fotografía N°25-26: Evidencia de preparación de material para Proctor con la humedad obtenida y el pesado de la muestra.



Fotografía N°27-28: Evidencia de realización de ensayos de Proctor de calicatas C1-C2-C3.



Fotografía N°29-30: Evidencia del pesado de molde de CRB y del material a utilizar para el ensayo.



Fotografía N°31-32: Evidencia de proporción de agua y preparación de los materiales para ensayos de CBR en molde de 20x50cm.



Fotografía N°33-34: Evidencia del pesado del material dividido en 5 partes del total para los ensayos de CBR con molde 20x50.



Fotografía N°35-36: Evidencia de realización de ensayos de CBR con molde 20x50 para la calicata C1.



Fotografía N°37-38: Evidencia de realización de enrase de la muestra para ser pesado al nivel de la pestaña inferior del ensayo de CBR con molde 20x50.



Fotografía N°39-40: Evidencia de realización de ensayos de CBR con molde 20x50 para la calicata C3.



Fotografía N°41-42: Evidencia de realización de colocación de base sólida, pesa anular y pesa ranurada del ensayo de CBR con molde 20x50.



Fotografía N°43-44: Evidencia de realización inmersión y colocación de placa para medición de expansión de ensayos de CBR con molde 20x50.





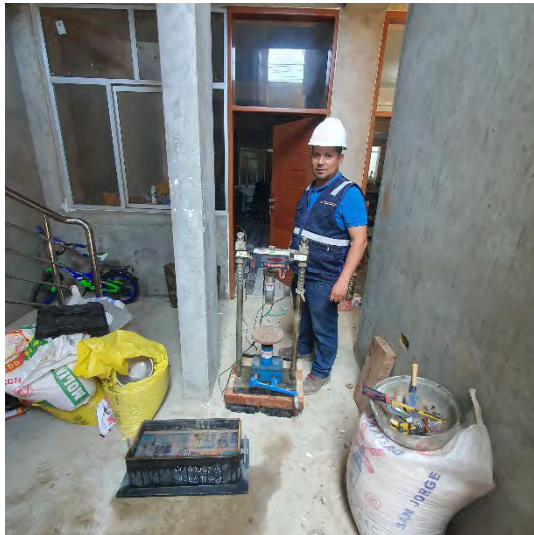
Fotografía N°45-46: Evidencia de realización de ensayo con placa para medición de expansión y del ensayo de CBR con molde 20x50 – Día 1.



Fotografía N°47-48: Evidencia de realización de ensayo con placa de medición de expansión y de ensayos de CBR con molde 20x50. Día 4.



Fotografía N°49-50: Evidencia de realización de escurrir y preparación del equipo de prensa de CBR.



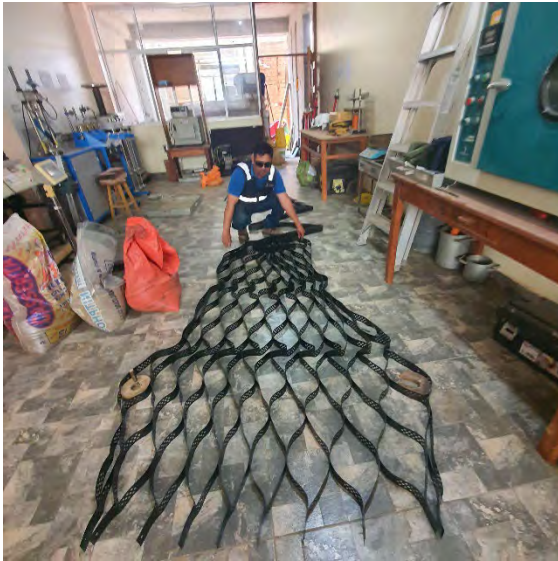
Fotografía N°51-52: Evidencia de preparación de equipo de ensayos de CBR con molde 20x50.



Fotografía N°53-54: Evidencia de realización de escurrir y preparación del equipo de prensa de CBR.



Fotografía N°55-56: Evidencia de preparación de equipo de ensayos de CBR con molde 20x50.



Fotografía N°57-58: Evidencia de realización de preparación de geocelda para iniciar ensayo de CBR en molde 20x30.



Fotografía N°59-60: Evidencia de preparación de equipo de geocelda con ensayo de CBR con molde 20x50.



Fotografía N°61-62: Evidencia de realización compactación de moldes de CBR con geocelda.



Fotografía N°63-64: Evidencia de realización de inmersión molde 20x50 con geocelda.



Fotografía N°65-66: Evidencia de realización de ensayo con equipo de prensa de CBR, con geocelda.



Fotografía N°67-68: Evidencia de realización de ensayo con equipo de prensa de CBR, con geocelda.



Fotografía N°69-70: Evidencia de realización de ensayo con equipo de prensa de CBR, con geocelda.



Fotografía N°71-72: Evidencia de diales y moldes utilizados.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, FERNÁNDEZ DÍAZ CARLOS MARIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación del comportamiento del suelo con aplicación de geoceldas en vías no pavimentadas, ruta LM-532- Barranca, 2022", cuyo autor es ORTIZ JAIMES SAMUEL GILBER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, 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.

LIMA, 25 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
FERNÁNDEZ DÍAZ CARLOS MARIO <b>DNI:</b> 09026248 <b>ORCID:</b> 0000-0001-6774-8839	Firmado electrónicamente por: CMFERNANDEZD el 13-12-2022 21:00:26

Código documento Trilce: TRI - 0455273