



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Uso de geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos de la
Av. Ferrocarril Distrito -Villa María del Triunfo -Lima 2021”

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

AUTOR:

Vargas Núñez, José Manuel ([ORCID: 0000-0003-1097-6149](#))

ASESOR:

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique ([ORCID: 0000-0002-0684-5114](#))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedicado a Dios por darme las fuerzas necesarias para salir adelante, también a mis padres y abuelos por siempre estar presente y su arduo apoyo en toda mi etapa universitaria.

Agradecimiento

Agradezco a mi abuela Lucila Melo por siempre apoyarme en mis estudios y confiar en mí, también agradezco al ingeniero Gerardo Cancho por ser el asesor de esta tesis.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipos y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Métodos de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS.....	47

Índice de tablas

Tabla 1.	Elaboración Propia.....	16
Tabla 2.	Tamizado N°1 de la muestra N°1	22
Tabla 3.	Contenido de humedad y clasificación de suelos N°1	23
Tabla 4.	Tamizado N°1 de la muestra N°2	24
Tabla 5.	Contenido de humedad y clasificación de suelos N°2	24
Tabla 6.	Tamizado N°1 de la muestra N°3	25
Tabla 7.	Contenido de humedad y clasificación de suelos N°3	26
Tabla 8.	Tabla de la densidad máxima seca y el contenido de humedad optima	27
Tabla 9.	Cálculo de la relación de soporte California (CBR).....	29
Tabla 10.	Cuadro de expansión.....	31
Tabla 11.	Cálculo de la penetración	31
Tabla 12.	Tabla de la densidad máxima seca y el contenido de humedad optima .	33
Tabla 13.	Cálculo de la relación de soporte California (CBR)	35
Tabla 14.	Cuadro no expansivo.....	36
Tabla 15.	Cuadro de penetración de carga.....	36

Índice de gráficos y figuras

Gráfico 1.	Curva granulométrica de la muestra N°1	24
Gráfico 2.	Curva granulométrica de la muestra N°2	26
Gráfico 3.	Curva granulométrica de la muestra N°3	27
Gráfico 4.	Relación Humedad –Densidad Seca	28
Gráfico 5.	Gráfica de los valores CBR Patrón 12, 25 y 56 golpes	32
Gráfico 6.	Determinación del CBR Patrón al 95% y 100% de 1 y 2 pulgadas.....	32
Gráfico 7.	Relación Humedad – Densidad seca.....	33
Gráfico 8.	Gráfica del CBR con refuerzo de Geomallas Biaxiales	36
Gráfico 9.	Determinación del CBR con el refuerzo de la Geomalla Biaxial al 95% y 100% de 1 y 2 pulgadas	37
Figura 1.	Realización de Calicata N°1	20
Figura 2.	Realización de Calicata N°2	21
Figura 3.	Realización de Calicata N°3	22
Figura 4.	Laboratorio ensayo Granulométrico	23
Figura 5.	Ensayo Próctor Modificado	28
Figura 6.	Laboratorio compactación con el pisón.....	29
Figura 7.	Laboratorio desmontaje del molde para montar invertido.....	30
Figura 8.	Geomalla Biaxial.....	33
Figura 9.	Se añadió la Geomalla Biaxial y se procedió a compactar	34
Figura 10.	Se añadió la Geomalla Biaxial y se llevó a la poza	35
Figura 11.	Aplicación de carga mediante la prensa CBR	36

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal analizar si la Geomalla Biaxial mejora en el comportamiento mecánico en el pavimento de la Avenida ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo, el proyecto de esta investigación cuenta con las variables: Uso de Geomallas Biaxiales para el refuerzo de pavimentos , el diseño de esta investigación es experimental el enfoque cuantitativo y el tipo de investigación es de carácter aplicada, la metodología consistió en la realización de las 3 calicatas entre el Jirón Ica y Jirón Cajamarca con una distancia de separación cada 100 metros de tal manera que al extraer las muestras se llevó al estudio de granulometría y el CBR en el laboratorio JJ GEOTECNIA SAC obteniendo los resultados una muestra patrón de 14.5% y la segunda muestra más el refuerzo con Geomalla en 21.3% de tal manera que hubo un incremento del CBR en un 6.8% , como conclusiones se tuvo que el uso de Geomallas Biaxiales logró mejorar las propiedades mecánicas del suelo y por ende un mejor comportamiento y desempeño al momento de recibir las cargas en dos direcciones(biaxial) que son transmitidas por vehículos reduciendo las fallas comunes como piel de cocodrilo ,grietas y baches.

Palabras clave: Geomalla Biaxial, CBR, Geosintéticos.

Abstract

The main objective of this research was to analyze if the Biaxial Geogrid improves the mechanical behavior on the pavement of the Railroad Avenue in the Villa María del Triunfo district, the project of this research has the variables: Use of Biaxial Geogrids for reinforcement of pavements, the design of this research is experimental, the quantitative approach and the type of research is of an applied nature, the methodology consisted in the realization of the 3 pits between Jirón Ica and Jirón Cajamarca with a separation distance every 100 meters of such So when extracting the samples, the granulometry study and the CBR were carried out in the JJ GEOTECNIA SAC laboratory, obtaining the results a standard sample of 14.5% and the second sample plus the reinforcement with Geogrid in 21.3% in such a way that there was an increase in the CBR by 6.8%, as conclusions it was found that the use of Biaxial Geogrids was able to improve the mechanical properties of the soil and therefore a better behavior and performance when receiving the loads in two directions (biaxial) that are transmitted by vehicles, reducing common failures such as crocodile skin, cracks and potholes.

Keywords: Biaxial Geogrid, CBR, Geosynthetics.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú ha sido muy común ver las diferentes fallas que presentan los pavimentos flexibles , todo esto ha conllevado a generar grandes malestares a todo aquel que ha transitado ya sea al caminar o al conducir un vehículo emitiendo así muchas desventajas tales como un recorrido incomodo, un desgaste de llantas y amortiguadores en los vehículos, tráfico en las vías e inclusive accidentes de tránsito ocasionando pérdida de vidas humanas de tal manera que se vuelve una zona muy peligrosa de circular debido a los baches entre ellos superficiales y estructurales.

La investigación se ha centrado en la avenida ferrocarril de Villa María del triunfo ,una zona muy transitada donde se encontró un pavimento en pésimo estado por muchos motivos, entre ellos pudo ser : la falta de mantenimiento ya que en el transcurso de los años es necesario hacer un seguimiento y curado en casos de grietas, otro punto muy importante es el mal uso de las vías debido a que circulaban vehículos muy pesados ,entre ellos camiones y maquinarias pesadas ya que se encuentra cerca la fábrica cementos lima.

También pudo influir el mal diseño de pavimentos por falta de drenaje pluvial ya que muchas veces se observó cómo se juntaban grandes charcos de agua, en la cual se sabe que es un gran enemigo del asfalto. Se debió tomar en cuenta el tipo de terreno ya que es un suelo arenoso y por lo tanto presenta una baja capacidad portante debiendo tomar mejores medidas para incrementar su resistencia y así lograr un terreno apto para un pavimento con mayor tiempo de vida útil.

Es por ello que según Berrospi (2017) “El uso de Geomallas es un método actualizado que se está usando en todos los países para disminuir espesores en la capa, logrando así incrementar la vida del pavimento, consiguiendo vías de transporte más eficaces y a la vez segura”. Es pertinente precisar que el uso de geomallas en los pavimentos permite disminuir el espesor de la capa además de incrementar su propia vida útil del pavimento permitiendo una mejor calidad de tal manera que mitiga los problemas más comunes en pavimentos.

Según los autores Vijayasimhan Sivapriya y Ganesh Kumar (2019) hace mención que al tener presencia de la geomalla en la parte inferior de su base puede brindar resultado de una tensión mínima y un trasladado de tensión a la subrasante ya que en su estudio de la proporción de rodamientos de un suelo no reforzado con 2.8% en la condición remojada y otro reforzado en un 2.3% en la misma condición remojada y es por ello que entre ellos hubo una diferencia de una reducción del 6.38% en cuanto el costo de la construcción para el refuerzo en la subrasante p.(10). Es pertinente precisar que al usar la geomalla otorga una mejor calidad a su estructura de tal forma que funciona como reforzamiento al pavimento en la cual es un buen beneficio.

Los autores Jorge G. y Zornberg (2011) muestra si se aumenta la capacidad estructural de un pavimento es importante debido a que el uso de geomallas otorga beneficios como la disminución de la sección estructural del pavimento además de prolongar su vida útil para llegar a ese resultado se realizó tres ensayos donde especifica que uno fue sin refuerzo de la geomalla mientras los dos restantes si uso el refuerzo con geomalla , se usó el deflectómetro de peso caída libre para cuantificar su comportamiento en el pavimento donde se concluye que mostró mejor desempeño sin grietas los tramos que contaban con el refuerzo de geomalla p.(5). Se puede definir que al usar la Geomalla como un factor refuerzo en los pavimentos es de suma importancia ya que reduce las fallas como grietas y mejora su capacidad estructural.

En el desarrollo de este proyecto como investigación se ha hecho la **formulación del problema** y se tomó como **problema general**: ¿De qué manera influirá el uso de geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2021? , luego como **problemas específicos** se tiene: ¿De qué manera el uso de geomallas biaxiales mejorará las propiedades mecánicas del pavimento flexible en la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2021?, ¿De qué manera el uso de geomallas biaxiales reducirá las fallas del pavimento flexible de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2021?, ¿De qué manera el uso de geomallas biaxiales influirá en la durabilidad del pavimento flexible en la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2021?.

En cuanto a las **justificaciones** del proyecto de investigación se ha definido cuatro entre ellas: justificación técnica, justificación práctica, justificación económica y justificación social.

Justificación Técnica Según (Carrasco, 2005 p. 119) “(...) los procedimientos y las técnicas de instrumentos tiene como validez y la confiabilidad de tal manera que al ser empleado en los trabajos de investigación resultan muy eficaces (...)” Las geomallas biaxiales tiene sus propiedades fisicomecánicas muy eficiente de tal manera que son duraderas es decir son más eficiente, y son elaborados de polímeros.

Las Geomallas Biaxiales contienen propiedades fisicomecánicas muy eficientes que son de larga vida, además que son fabricados por diferentes tipos de materiales como polímeros que a su vez logran ser de menor precio y de sencilla aplicación, no necesita mano de obra calificada para su empleo en la construcción de las carreteras.

La Justificación Práctica Según (Carrasco, 2005 p. 119) “Indica que el trabajo de investigación a realizar ayudará para poder resolver problemas prácticos, deduciendo que el problema es una materia a investigar.”

Esta investigación se **justifica** de manera **práctica** debido a que se basa al uso de geomallas biaxiales para un refuerzo del pavimento y según esto se hará un análisis respectivo.

Según Baena(2017) aduce que “una investigación debe justificar si podrá recuperarse el dinero que se invierte durante su proceso , así mismo Tamayo y Tamayo (1999) hace alusión a la rentabilidad de la investigación puede interpretarse en que algunas investigaciones están orientadas a que pueda ser comercializable o ayude incrementar las ganancias”.

Se **justifica** de manera **económica**: En cuanto a los beneficios del uso de geomallas biaxiales se puede resaltar la reducción en cuanto a costos, ya que será reducido el espesor del pavimento representando un ahorro sumamente económico.

Justificación Social según (Academia de investigación, 2009 p. 18) “(...)Se define las aportaciones que da el trabajo de las tesis para una solución hacia la sociedad (...)” .Se **justifica social** debido a que el uso de geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos brinda beneficios tales como una mejor calidad en vida para a la población.

Así mismo se tiene los objetivos planteados tales como **objetivo general:** Analizar si la geomalla biaxial mejora el comportamiento mecánico en el pavimento de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2021, en cuanto a los **objetivos específicos** se tiene : Evaluar la calidad en los pavimentos aplicando el uso de Geomallas Biaxiales, Analizar cuál sería la reducción de fallas en los pavimentos aplicando el uso de Geomallas, Identificar cuál sería la durabilidad del pavimento aplicando el uso de Geomallas Biaxiales. A continuación Se formularon las siguientes Hipótesis, teniendo como **Hipótesis general:** El uso de geomalla biaxial influye en el refuerzo de pavimentos de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2021 , siendo las **hipótesis específicas** : El uso de geomallas biaxiales mejora la calidad en los pavimentos de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2021, El uso de geomallas biaxiales reduce las fallas en los pavimentos de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2021, El uso de geomallas biaxiales influye en la durabilidad del pavimento de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2021.

II. MARCO TEÓRICO

Luego de realizar la investigación respectiva, ya sea escrita o virtuales, se tomó en consideración los siguientes trabajos los cuales están enfocados en las variables de investigación

En cuanto ante los **antecedentes nacionales** se tiene a Hinosgar Aleksandrovich Hinostraza Molina (2018) en la tesis titulada “El diseño de un pavimento flexible reforzada con el uso de las geomallas para la reducción de estructura del pavimento” con la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. En cuanto al **objetivo** se tiene realizar el diseño de un pavimento en este caso flexible donde será reforzado con el uso de Geomallas logrando así la reducción de los espesores en cuanto al pavimento.

La **Metodología** de la investigación es de tipo aplicada , el **nivel de investigación** es de tipo descriptiva, y su **diseño** es de tipo transversal, su población es Abra Toccto – Condorccochoa y la **conclusión** es la Geomalla aporta distintos mecanismos según su ubicación, para esta investigación se consideró entre la capa base y capa subbase, donde muestra que la geomalla incrementa el confinamiento que le permite resistir el desplazamiento por el lado lateral y otorga un mayor rendimiento en cuanto a largo plazo previniendo el esparcimiento del material de la base o la subbase, donde al mejorar la distribución de esfuerzos generados por el tráfico originará la incremento de la vida útil del pavimento flexible.

Luis Fernando Robles Lavi, (2018) en la tesis titulada ”Geomalla biaxial para la optimización de su base y subbase de pavimento flexible en la Av.Camino del Inca Izquierdo ,Distrito de Ventanilla en 2018” Universidad Cesar Vallejo. El **objetivo** de la tesis fue “Evaluar el uso de geomalla biaxial para optimizar la base y sub base de un pavimento flexible en la Av. Camino del Inca Izquierdo.La **Metodología** de la investigación es de tipo aplicada, el **nivel de investigación** es de tipo descriptiva y su **diseño** experimental, su población es Distrito de Ventanilla y la **conclusión** es “Se ha determinado que la implementación de las geomallas biaxiales con (20 KN) permite tener una reducción del costo para la construcción en un aproximado de 2.31% , y por otro lado se tiene que las geomalla biaxiales de (30KN) otorga una disminución en el costo de un aproximado 3.73%.

Kari Benites Maribel y Olortegui Herrera Jhonatan (2019) con la tesis titulada "Propuesta del diseño de pavimento flexible reforzado con Geomalla en la interfaz subrasante - subbase utilizando la metodología Giroud – Han, para mejorar el tramo de la carretera" Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. El **objetivo es** lograr una optimización en cuanto al espesor del pavimento para así incrementar la capacidad del soporte en cuanto a la subrasante de tal manera que ayude a prolongar la vida útil para el pavimento. La **metodología** en cuanto a la investigación es de tipo aplicada, el **nivel de investigación** es de tipo descriptiva y su **diseño** experimental en cuanto a su **conclusión** es " La implementación de la geomalla no trabaja de la misma forma que con el acero en una estructura pavimentada, su comportamiento es dependiendo de qué tipo de geomalla se aplica y dependiendo del terreno con el que va interactuar".

Cristiam Ramos (2019) En la tesis titulada "Diseño de una base granular reforzada con geomalla biaxial; para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo tayabamba – ongon, Provincia de pataz, La libertad" Universidad Privada Antenor Orrego. El **objetivo** de la tesis fue investigar acerca de las propiedades fisicomecánicas por el medio de ensayos que se hacen en los laboratorios con diferentes tipos de geomallas para así lograr determinar la calidad que brindaría en cuanto a los pavimentos. La **metodología** de la investigación es de tipo aplicada, el **nivel de investigación** es de tipo descriptiva y su **diseño** es experimental en cuanto a su **conclusión** define que "La geomalla biaxial Ibo 202 para el refuerzo del pavimento concluye que se usaría un espesor de 0.24 m y el 0.17 para la capa base y la sub base, esto puede decir que disminuye un 4% en la capa base por otro lado la capa subbase se reduce en un 43%." Por otro lado la geomalla con 30kn nos da como resultado que se tiene un espesor de 0.23m y 0.15 m para la capa base y subbase en la cual representa algo positivo con una reducción del 8% y 50 %.

En cuanto a los **antecedentes internacionales** se tiene a Fredy Jacinto Arévalo Suquitana (2016) en la tesis titulada “Utilización de la geomalla biaxial en diseño de pavimento flexible de la carretera Pedro Carbo – la estacada” Universidad de Guayaquil. El **objetivo** de la tesis fue analizar la utilización de la geomalla biaxial en “Diseño de pavimento flexible de la carretera Pedro Carbo – La Estacada”. La **Metodología** de la investigación es tipo aplicada, el **nivel de investigación** es de tipo descriptiva y su diseño experimental, su **población** es carretera Pedro Carbo ,y la **conclusión** es ya que se ha comparado los resultados, se ha evidenciado que en cuanto al precio que se va gastar es mucho menos y por lo tanto es un beneficio para la construcción de esta , ya que al aplicarlo se va disminuir el espesor de su estructura de las capas es por ello que sería de gran alternativa el Geosintético ya que dará una mejor funcionalidad y una mayor durabilidad para la vía.

José López (2013) en la tesis titulada ”Diseño y Construcción de Pavimentos Flexibles Aplicando Geomallas de Polipropileno como Sistema de Reforzamiento Estructural” en la Universidad Nacional Autónoma De México .El **objetivo** de la tesis Demostrar mediante modelos de respuesta analíticos que la incorporación de geomallas biaxiales de polipropileno mejora las propiedades de resistencia a tracción en la fibra inferior de la capa de mezcla bituminosa. La **metodología** de la investigación es de tipo aplicada, el **nivel de investigación** es de tipo descriptiva y su **diseño** experimental, su **población** fue en universitaria - México y su **conclusión** es “El resultado que se obtiene en la implementación con geomallas hechos de polipropileno indica que para un diseño de pavimento ayuda a la reducción de los espesores de la capa asfáltica , además de los beneficios que se obtienen en cuanto la reducción de tensión y las deformaciones , esto ayuda a tener una mayor conservación del pavimento.

Gavilanes Dávila(2012) en su tesis titulada “Diseño de la estructura del pavimento con reforzamiento de geosintéticos aplicado a un tramo de la carretera zumbahua-La maná” de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El **objetivo** de la tesis es analizar qué beneficios brinda el uso de las geomallas. **La metodología** es de tipo descriptiva y su **diseño** experimental, su **población** fue tramo Iatacunga y su **conclusión** fue “Una vez que se ha realizado los debidos ensayos de la viga Benkelman a la altura de la base granular, para los niveles de sub rasante, la subbase, y base, se calcularon ciertos valores con sus deformaciones que son críticas de 0,94mm para una estructura usando la geomalla y por otro lado se tiene 1,44mm sin el uso de la geomalla, de tal manera que los valores están dentro de lo que es permisible con 2,54cm. Se puede deducir que el tramo “X” el tramo presente una menor deformación debido a que se usó las geomallas esto ayuda a una mejor estabilidad de la estructura disminuyendo la sección de la capas.

Bustamante Noboa (2016) en su tesis titulada “Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil” en la Universidad de Cuenca –Ecuador pues tuvo como **objetivo** “Determinar el nivel de resistencia sobre una subrasante, utilizando simultáneamente un geotextil y una geomalla como estructura de reforzamiento y establecer una comparación con la resistencia que pueden proporcionar”. La **metodología** es de tipo descriptiva y su **diseño** experimental y su **conclusión** fue “Se concluye que al usar el material geosintético en su interfaz de la capa subbase-subrasante , esto genera un mejor comportamiento elástico a su propia estructura del pavimento, generando un grado mayor de la deformación, pero a su vez recupera su forma original.

En cuanto al **artículo científico** se tiene a los **autores** Kim, Minkwan y Lee, Joo Hyoung (2013) con título de "*EFFECTS OF GEOGRID REINFORCEMENT IN LOW VOLUME FLEXIBLE PAVEMENT*" de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. En cuanto al **objetivo** principal del estudio es investigar la capacidad estructural mejorada del pavimento y su rendimiento como resultado del refuerzo con la geomalla. La **Metodología** de la investigación es de tipo aplicada, el **nivel de investigación** es de tipo descriptiva, y su **diseño** es de tipo transversal, los **resultados** indicaron que el uso de la geomalla como refuerzo mejoró la distribución en tensiones dentro de la capa del pavimento y es por ello que redujo las respuestas críticas del pavimento. Como **conclusión** indica que se analizó cuatro configuraciones diferentes del pavimento a estudiar para medir las diferencias en las respuestas del pavimento antes y después de la implementación de la geomalla y efectivamente la tensión residual resultante de la colocación de la geomalla influye en cuanto a la reducción de las tensiones de tracción en el pavimento.

Según Antonio Roca, Ignacio Pérez y Manuel Herrador (2011) teniendo como objetivo de emplear el uso de los Geosintéticos para lograr mejorar las condiciones del pavimento. La **Metodología** de la investigación es de tipo aplicada, el **nivel de investigación** es de tipo descriptiva, y su **diseño** es de tipo experimental. Los **resultados** mostraron que hubo una reducción de fallas localizadas en el agrietamiento de la estructura es por ello que demuestra la relevancia de usar cuerpos ajenos al material para así conseguir mejorar su comportamiento como hoy en día se viene usando la alternativa de las geomallas de polipropileno. Y por último como **conclusión** es evidente que para la aplicación de estos Geosintéticos hay que investigar más en cuanto a su uso ya que hay diferentes tipos de geomallas en la cual sería más adecuado dependiendo de la zona a realizar el proyecto.

Según a los **autores** Hayssam Itani, George Saad y Ghassan Chehab (2016) con el título de "*The use of geogrid reinforcement for enhancing the performance of concrete overlays: An experimental and numerical assessment* " tiene como **objetivo** de estudio es evaluar y cuantificar su efectividad en cuanto el uso de la geomalla en capas delgadas para mitigar grietas reflectantes causadas por las cargas que se transmiten por ruedas y la temperatura. La **Metodología** de la investigación es de tipo aplicada, el **nivel de investigación** es de tipo descriptiva, y su **diseño** es de tipo transversal. El **resultado** de esta evaluación proporciona una mejor comprensión de los mecanismos detrás del rendimiento de refuerzo y factores importantes que lo influyen. Su **conclusión** en cuanto a los términos de energía de fractura, las muestras con refuerzo de la geomalla fueron más resistente al agrietamiento que a comparación del que no cuenta con refuerzo de estos.

Dentro de las **teorías relacionadas al proyecto de investigación** se tiene:

Las **Geomallas** Según "(Geosistemas Pavco, 2012 p. 15) presenta que: En cuanto a las Geomallas coextruidas es una estructura bidimensional que son fabricadas por material de polímero, y están hechas por una red de diferentes costillas interconectadas por extrusión de aberturas que son suficiente para permitir la trabazón del suelo.

El autor indica que "**coextruidas**" se refiere a un material mezclado con distintos compuestos de diferentes propiedades para asegurar y optimizar su función, además este Geosintético posee características que facilita la junta entre los suelos de tal manera que logra una resistencia adecuada.

Un **pavimento** está conformado por un conjunto de capas horizontales de tal manera que se diseña técnicamente con los materiales apropiados y debidamente compactados. Estas estructuras se recuestan sobre la subrasante de la vía que se obtiene por el movimiento de las tierras en la exploración y que estos han de resistir los esfuerzos repetidos que transmite el tránsito durante el tiempo por la cual el pavimento fue diseñado. (Montejo, 2002)

Las **Geomallas uni axiales** son las geomallas que tiene como objetivo reforzar su estructura con en un solo sentido y son elaboradas con la meta de incrementar la resistencia a la tensión donde se utilizan en los suelos de tipo granular ya que tiene el sistema de trabazón. Según (Geosistemas Pavco, 2012 p. 15) “(...)Además contiene una gran resistencia a los esfuerzos de tensión de tal manera que ofrece hasta 160KN/m. (...)”. Es decir, son la capacidad del suelo de poder absorber el esfuerzo a la compresión adicionando la geomalla genera un suelo bien reforzado parecido a la función que tiene un concreto y el acero como refuerzo.

Las **Geomallas Biaxiales** tienen la finalidad de mejorar su estructura en ambas direcciones tanto longitudinal como transversal para el refuerzo de pavimentos. Los beneficios que aporta este tipo de geomalla según (Geosistemas Pavco, 2012 p. 16) es “(...) mayor resistencia a la tensión en las dos direcciones y un mayor módulo de elasticidad además de una alta resistencia tensión ayuda a la estabilización de suelos blandos.

Las **Geomallas Multiaxiales** tiene como” función primordial aportar a la estructura un refuerzo de tal manera que soporta una tensión radial, es decir actúa soportando en tensión en todas las direcciones debido a su diseño triangular, Según Tensar (2013, p.4) indica “(...) una mejor resistencia y rigidez para así reducir el esfuerzo radial que es transmitida por una superficie transitada.

Según (Geosistemas Pavco, 2012 p. 150) El **confinamiento Lateral** de materiales que son granulares como la base y subbase se logra a partir de la fricción y del trabazón por la geomalla. El autor indica que debido a las cargas que transmiten los vehículos por el tráfico el material granular tiende a desplazarse lateralmente ocasionando deformaciones, pero gracias al refuerzo de geomallas evita la movilidad lateral de tal manera que incrementa su resistencia al esfuerzo cortante.

Según Montejo(2002 p. 4) indica que “**La base granular** es una capa donde se recibe una mayor cantidad de esfuerzos que son producidos mayormente por el tránsito vehicular (...)”, es pertinente precisar que de acuerdo al autor esta parte del paquete estructural es la más importante por lo cerca que está de la capa de rodadura, además indica que su función principal es resistir los esfuerzos que producen los vehículos y dar un soporte distribuido la cual transmitirá a las capas inferiores, que son la sub base y subrasante la cuales soportan una mínima carga.

La **Base** es la capa que tiene como objetivo recibir la mayor parte de los esfuerzos que se transmiten por cargas de vehículos de tal manera que se repartan de una manera uniforme.(Kari Maribel y Olortegui, Jhonatan,2019 p.18)

La **Sub Base** Según Sabogal (2009) expresa que “(...)Es una capa ubicada entre la base y subrasante en el pavimento asfáltico. Debido a que está sometido a menos esfuerzos, su calidad puede ser menor (...)”(p. 4).

Esto quiere decir que la **subbase** es la capa que puede diseñarse con material de menor calidad que la de la base ya que esta no recibe la misma carga y por consecuencia los esfuerzos son menores.

Según Montejo(2002) menciona que “En cuanto a la **subrasante** tiene que soportar el esfuerzo que será transmitido por la carga ocasionada por vehículos por medio de las capas entre ellos las superiores de tal manera que sea un nivel adecuado“(p.4).

Según Kari Maribel y Olortegui, Jonathan(2019) la **subbase** es “Una capa que está constituido por los materiales granulares que estén compactad y graduada, y construida sobre la subrasante para así formar una capad e apoyos para la base del pavimento asfáltico. La función que tiene es resistir el esfuerzo transmitido por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores para que sea transmitida adecuadamente a la inferior (p.18).

La **subrasante** según Kari Maribel y Olortegui, Jhonatan(2019) “Es la capa del terreno de una carretera donde tiene que resistir la estructura del pavimento y que se esparce hasta la profundidad de ella para que no perjudique la carga del diseño que proviene del tránsito vehicular, la capa puede estar conformada en relleno o corte y al momento que esta compactada tiene que tener las secciones transversales y las pendientes especificadas en su diseño es decir se le denomina al suelo que se usa como cimiento para la estructura del pavimento(p.17).

La **capa de rodadura** Según Kari Maribel y Olortegui, Jhonatan,(2019) es la capa superior del pavimento donde debe de estar diseñada para poder resistir las presiones entre ellas las verticales de contacto que son transmitidas por los vehículos y a la tensión tangencial de frenado (p.17).

Así mismo Alonso Sanchez (2012) indica que la capa de rodadura “Como objetivo es cuidar de la estructura del pavimento de tal manera que sea impermeabilizada en la superficie para no ocasionar las filtraciones de agua provenientes de las intensas lluvias (p.12).

La **mezcla asfáltica en frío** es una mezcla con agregados pétreos y de aglomerantes que son bituminosos que tiene que cumplir con ciertas especificaciones, en la cual son mezclados por pasos controlados en frío y dan como resultado final un material con propiedades definidas.(Alonso Sánchez ,2012,p.7).

La **mezcla asfáltica en caliente** proviene de los agregados pétreos con los aglomerantes bituminosos donde deben cumplir con las debidas especificaciones para un mezclado mediante procedimientos controlados en caliente y dará como resultado el material con sus propiedades y sus características definidas. (Alonso Sánchez ,2012,p.7).

Los **Geosintéticos** según Alvarado (2012), “Es un material Geosintetico con la función de aportar propiedades mecánicas a los suelos y mejora la calidad de su estructura (p.15)”.

Las **Geomallas** “estructuras que son planas a base de polímeros y está conformada por una malla de elementos resistentes a la tracción de tal manera que son fabricados por tejidos en procesos térmicos donde usualmente son usados en contacto con el suelo , como beneficios tiene (Alonso Sánchez ,2012,p.10).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipos y diseño de investigación

“La palabra diseño está referido a una estrategia para poder conseguir la informaciones se estima” (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2003 p.184). Aquí el autor señala que lo que se debe de realizar para alcanzar los objetivos la misma vez que se responden las preguntas que se han planteado , se puede clasificar el diseño de esta investigación como: investigación experimental y no experimental.

Es pertinente precisar que (Editorial Círculo Rojo,2018) describe al diseño de investigación como “El plan que está estructurado y va dirigida a la implementación de algún experimento, por ello es un conjunto de procedimientos que permiten llegar al objetivo.

La Metodología es aquella pauta para lograr alcanzar el objetivo de la investigación científica es decir cada problema tiene que pasar por un método, procedimiento y técnicas para que pueda ser resuelto. (Ortiz 2012). “Los estudios experimentales son cuando un investigador manipula y está presente en dicha investigación [...]” (Behar, 2008, p. 20).

El proyecto de esta investigación se llega a contar con las variables: Uso de geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos en la avenida ferrocarril y el **diseño** de investigación es **experimental**.

Enfoque de investigación “La investigación será cuantitativa ya que se relaciona con la palabra cantidad de tal manera que su principal función es el cálculo y también la medición. (Niño, 2011, p. 30).

El **enfoque** de esta investigación es **cuantitativo** ya que se demostrara mediante datos numéricos de qué manera el uso de geomallas con esto obtenga una mejora o deficiencia en los pavimentos flexibles.

Por otro lado, la investigación básicamente se analiza en el contexto actual para determinar cosas puntuales de tal manera que incentive a próximos investigadores a indagar más acerca de este tema .El **tipo de investigación** es de carácter **aplicada**, debido a que se ha utilizado conocimientos teóricos ya establecidos para poder desarrollar la hipótesis y poder transformar los conocimientos científicos en investigaciones nuevas.

Nivel “[...], es la explicación del porqué al objeto que se pretende investigar y a la vez describe fenómenos para detallar el comportamiento de las variables [...]” (Behar, 2008, p. 22). La investigación es descriptiva ya que los resultados (cuantitativo) serán descritas por aquel que investiga más adelante por medio de la investigación.

3.2. Variables y operacionalización

Se le conoce como variable de una investigación a las características que de manera fácil se relaciona con las otras variables (Sabino, 1992, p. 61).

En cuanto a las variables para la operacionalización de variables se representan de la siguiente manera:

- (V.I.) Uso de Geomallas Biaxiales

Definición conceptual: “Las Geomallas coextruídas son fabricadas de polímeros y está conformada por costillas que están conectadas de manera integral y son extruidas que permite un mejor desempeño a la hora de aplicarse de tal manera que su extrusión tiene el suficiente tamaño para que ingrese el material y distribuye las cargas en las dos direcciones en el caso de la geomalla biaxial”(Departamento de Ingeniería ,2009,p.14).

Definición operacional: Se implementará Geosintéticos con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas del suelo y así obtener un pavimento en óptimo estado para prolongar la vida útil.

- (V.D.) Refuerzo de pavimento

Definición conceptual: “Aumentar la capacidad estructural de un pavimento es muy importante haciendo el uso de Geomallas donde precisa que los beneficios obtenidos son: mejoramiento de la vida del servicio del pavimento y disminución de la sección estructural” (Jorge G. y Zornberg,2011,p,11).

Definición operacional: Se puede definir que el uso de Geomallas como refuerzos en los pavimentos es fundamental ya que mejora la capacidad estructural y gracias a eso se tiene como resultado la reducción de fallas como las grietas.

3.3. Población, muestra y muestreo

Según Tamayo y Tamayo (2012) indica que “En cuanto a la población se define que es el conjunto de individuo de una misma clase es decir es una totalidad de un fenómeno que se desea estudiar o investigar”. (p.114) .Pues con respecto a la población está conformada por la Avenida Ferrocarril.

Según Palella y Martins (2008), indica que la muestra es el subconjunto de la población donde contenga características por la cual precise de manera más exacta (p.93). Describe que la **muestra** “es el grupo de individuos que se toma de la población para estudiar un fenómeno estadístico” El autor da referencia a que la muestra se le determina de la problemática y es capaz de obtener los datos por la cual son identificados dentro de las fallas durante el proceso.

Tamayo y Tamayo (2012) es pertinente precisar que la **muestra** es el conjunto en totalidad de los individuos, objetos o medidas que tienen características similares u observables en un lugar determinado para la realización de la investigación (p.176).

En este estudio la muestra fue tomada en la avenida ferrocarril entre los cruces Jirón Ica y Jirón Cajamarca.

Ítem	Dirección	Distrito
1	Avenida ferrocarril entre los cruces Jirón Ica y Jirón Cajamarca.	Villa María del Triunfo

Tabla 1. Elaboración Propia

“**Muestreo** tiene como finalidad estudiar lo existente entre las variables (y),(z) en una determinada población “(Hernandez Sampieri, 2006)

Esta teoría sobre el **muestreo** es más que todo sobre los fundamentos probabilísticos y estadísticos en técnicas de selección con fórmulas y tablas donde nos dirá el tamaño de la muestra (Rubén Rodríguez ,2018,p. 2).

El **muestreo** será no probabilístico –intencionado debido a que las muestras no serán seleccionadas al azar y serán basadas a criterio del que investiga y en cuanto a la unidad de análisis es las geomallas biaxiales ya que se conocerá sus características y beneficios que aportarán al pavimento flexible de tal manera que se pretende alcanzar un pavimento en óptimo estado capaz de tener un tiempo de vida útil mayor y seguro.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Bavaresco (2006, p. 95) "Investigación no tiene sentido sin una técnica donde indique la recolección de los datos por la cual lleva a una verificación del problema que está planteado donde cada una lleva a sus debidos instrumentos y herramientas para su obtención. Se usará la **técnica de observación** en la cual se obtendrá de los ensayos en los laboratorios ya sea por ensayos granulométrico, próctor modificado, límite de atterberg ,el CBR y clasificación de suelos para determinar las propiedades mecánicas del pavimento y del suelo para proponer mejoras o alternativas de solución.

Para usar la **técnica en la recolección** de los datos se tiene de maneras diferentes y el autor señala que el instrumento que se emplea sirve para almacenar los datos necesarios.(Arias 2006 p .146)

Es pertinente precisar que para una buena recolección de los datos es necesario cumplir con las solicitudes del proyecto y en cuanto a los ensayos necesarios a cumplirse para determinar la muestra y los resultados obtenidos con la implementación de las geomallas biaxiales.

Para la **validez** se tiene un grado para que el instrumento mida a la variable de tal manera que se pueda dividir en validez de contenido (Hernandez,2003,p. 242). La validez de esta investigación será por certificación brindada por el especialista del proceso que se realizará, de los ensayos requeridos en laboratorio.

Confiabilidad es un grado de estabilidad donde se obtiene resultados en distintas aplicaciones es decir el grado en la cual se puede medir un instrumento preciso y estable donde no contenga errores (Hernández ,2006, p.245).

Para la **confiabilidad** se tiene que las máquinas y equipos de laboratorios estarán calibrados y contarán con la certificación de inacal.

3.5. Procedimientos

El procedimiento que se seguirá para obtener los resultados que se espera para esta investigación consta de tres etapas importantes:

- La realización de las tres calicatas
- El ensayo en laboratorio
- Resultados de laboratorio

Primero se reunió con un obrero para la ayuda de las tres calicatas en la cual empezando como referencia que el proyecto está considerado en la avenida ferrocarril entre el Jirón Ica y Jirón Cajamarca donde tenemos como referencia cerca al colegio Salamanca la primera calicata con una profundidad de 1.50m donde no se encontró dificultad para realizarlo debido a que el terreno era muy arenoso.

Segundo tomamos como referencia cerca a la altura del Jirón Loreto como tramo intermedio para la segunda calicata a profundidad de 1.50m donde presentó un poco de dificultad ya que se encontró un poco de roca.

Tercero en nuestro tramo final se tiene como referencia al Jirón Moquegua donde la realización de la tercera y última calicata donde presentó mucha dificultad para excavar debido a que presentaba un suelo con mucha más presencia de grava. Pero se realizó satisfactoriamente las tres calicatas como muestra para llevar a cabo al ensayo de laboratorios para determinar el CBR y los ensayos granulométricos.

Una vez en el laboratorio se procederá a realizar los ensayos de granulometría para poder determinar el tipo de suelo y por consiguiente a realizar el ensayo del Proctor Modificado y el CBR donde se tendrán tres moldes una con 12 golpes ,segundo con 25 golpes y tercero con 56 golpes cada uno sin refuerzo de geomalla es decir (Muestra Patrón) todo ello compactado con el pisón para después ser llevado a la poza de agua y ver su saturación por 4 días y al final se lleva a la prensa CBR para determinar su penetración. Y luego se repite el mismo proceso pero esta vez haciendo el uso de geomallas biaxiales de 30Kn para verificar si al implementar este Geosintético brinda mejores resultados de CBR a comparación del patrón.

3.6. Métodos de análisis de datos

El primer método es de la observación en campo para ver qué tipo de suelo se está encontrando pero para ello es necesario llevar las tres muestras al laboratorio así los métodos de análisis serán cuantitativo, clasificados de tal forma que se realizará los ensayos por medio de cuadros comparativos con tablas y figuras para así comparar los resultados obtenidos con la muestra patrón versus la muestra más el uso de Geomallas Biaxiales donde se podrá definir si será beneficioso o defectuoso.

3.7. Aspectos éticos

La información recopilada para los aspectos teóricos ha sido elaborada mediante la norma ISO 690 referenciando y citando a sus respectivos autores, en la cual el autor brinda la promesa de honestidad y compromiso ético al respecto.

Con respecto a la beneficencia: En este desarrollo de proyecto de investigación se basa al beneficio a la población en cuanto brindar una mejor calidad de vida teniendo un pavimento en óptimo estado con una vida útil mayor al implementar las Geomallas Biaxiales.

Con respecto a la no maleficencia: El uso de Geomallas Biaxiales no afecta a la población de la zona ya que su misión es mejorar las propiedades mecánicas del suelo para así obtener un pavimento en buen estado y seguro ya que se puede apreciar que el pavimento de la avenida ferrocarril se encuentra en un pésimo estado.

Con respecto a la autenticidad: La investigación está basada a las normas ISO690 con respecto de libros, tesis y artículos científicos.

Con respecto a la verdad: Los resultados obtenidos fueron mediante el Laboratorio JJ GEOTECNIA SAC donde serán firmados por los Ingenieros especialistas del área y además sustentados por fotografías.

Con respecto a la autonomía: El autor empleará sus opiniones con ciertos criterios que se basaran en antecedentes que se mencionan en le marco teórico.

Con respecto al compromiso: El autor se compromete a culminar el proyecto de investigación y asumir con responsabilidad para obtener satisfactoriamente el título de Ingeniero Civil.

IV. RESULTADOS

Para poder describir los resultados obtenidos durante el proceso de esta investigación se dividieron en etapas importantes:

Realización de las 3 calicatas en la zona del proyecto Avenida Ferrocarril de Villa María del Triunfo

Para conseguir el estudio de suelos fue necesario realizar 3 calicatas a cada 100 metros entre una profundidad de 1.50m en la Avenida ferrocarril cruce con Jirón Ica y Jirón Cajamarca conteniendo un tramo de 300 metros.

La primera excavación para la calicata (C-1) se hizo cerca al jirón Ica como referencia cerca al colegio Salamanca de tal manera que en su excavación no fue tan tediosa por el hecho que no se encontró rocas y su mayor parte del terreno natural era más concentración de arena.



Figura 1. Realización de Calicata N°1
Fuente: Elaboración propia

Luego se procedió con la segunda excavación para la Calicata (C-2) y en cuanto a la inspección visual se pudo afirmar que presentó poca dificultad a la hora de realizar la excavación para la extracción de la segunda muestra ya que por más que hubo presencia de piedras se encontró en pocas proporciones.



Figura 2. Realización de Calicata N°2
Fuente: Elaboración propia

Por último se tiene la tercera extracción de muestra es decir la calicata (C-3) donde se puede afirmar que el terreno tenía más presencia de rocas y el obrero se tardó un poco más de tiempo en la excavación al encontrarse con un terreno más compacto como verán a continuación.



Figura 3. Realización de Calicata N°3
Fuente: Elaboración propia

Con ello se logró evidenciar las 3 calicatas realizadas antes de llevarse a cabo su estudio en el Laboratorio de suelos JJGEOECNIA SAC. En la cual consistió en Tomar una tara para pesarlo en la balanza y tomamos el peso la tara con una muestra aproximada de 500gr luego se lleva al horno para secarlo después al enfriar se vuelve a pesar y así se podrá saber el contenido de humedad, después de tener el peso se pasa a lavar pasando la malla 200 para poder pasar por los tamices y de acuerdo a eso se hace el ensayo granulométrico.

Con respecto al estudio de suelos se contó con el trabajo de la empresa JJ GEOTECNIA SAC, para el ensayo de clasificación de suelos SUCS-AASHTO (granulometría, límite de consistencia y contenido de humedad). Se empezó hacer el Análisis Granulométrico.

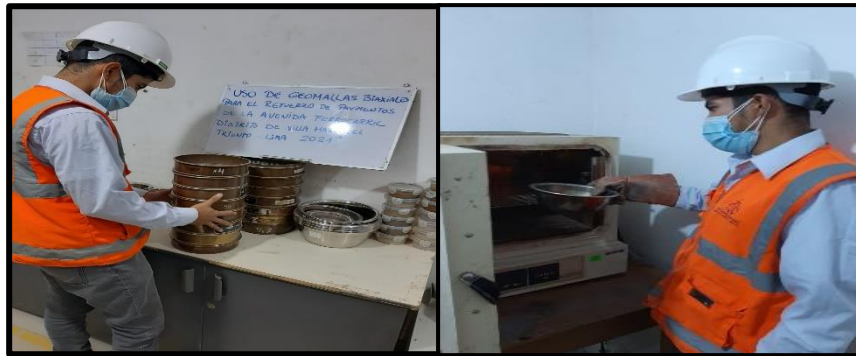


Figura 4. Laboratorio ensayo Granulométrico
Fuente: Elaboración propia

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
	(mm)		
3"	76.200	100.00	/
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 1/2"	38.100	100.00	
1"	25.400	100.00	
3/4"	19.050	100.00	
1/2"	12.700	100.00	
3/8"	9.530	96.91	
N° 4	4.750	94.86	
N° 10	2.000	93.15	
N° 20	0.850	90.05	
N° 40	0.430	78.52	
N° 60	0.250	61.80	
N° 100	0.150	27.97	
N° 200	0.075	11.48	

Tabla 2. Tamizado N°1 de la muestra N°1
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)	4.5	
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)	N.P	
Límite Plástico (LP)	N.P	
Índice Plástico (IP)	N.P	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
5.1	83.4	11.5
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	SP - SM	
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (0)	
Nombre del Grupo		
<i>Arena pobremente gradada con limo</i>		
DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: SP - SM Arena pobremente gradada con limo		
ASTM 2488		

Tabla 3. Contenido de humedad y clasificación de suelos N°1
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

CURVA GRANULOMÉTRICA

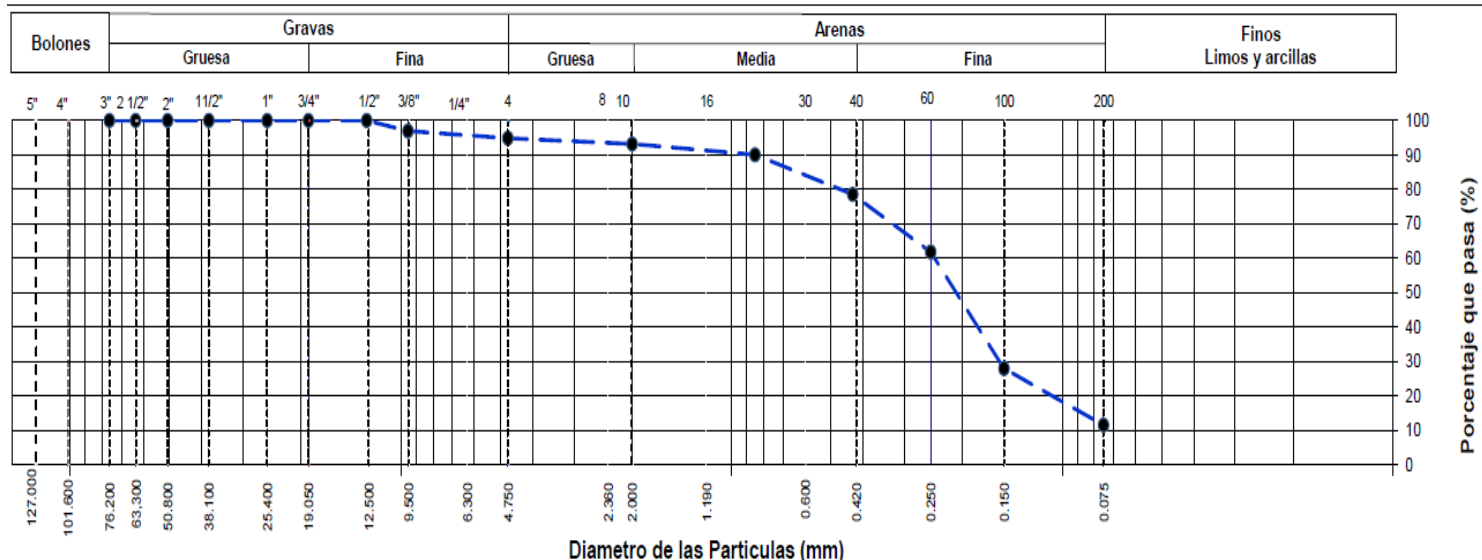


Gráfico 1. Curva granulométrica de la muestra N°1
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
	(mm)		
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 1/2"	38.100	100.00	
1"	25.400	100.00	
3/4"	19.050	100.00	
1/2"	12.700	100.00	
3/8"	9.530	96.88	
N° 4	4.750	93.02	
N° 10	2.000	90.36	
N° 20	0.850	86.47	
N° 40	0.430	75.43	
N° 60	0.250	59.34	
N° 100	0.150	26.49	
N° 200	0.075	10.12	

Tabla 4. Tamizado N°1 de la muestra N°2
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)	5.0	
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)	N.P	
Límite Plástico (LP)	N.P	
Índice Plástico (IP)	N.P	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
7.0	82.9	10.1
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	SP - SM	
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (0)	
Nombre del Grupo		
<i>Arena pobremente gradada con limo</i>		
DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488	SP - SM	Arena pobremente gradada con limo

Tabla 5. Contenido de humedad y clasificación de suelos N°2
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

CURVA GRANULOMETRICA

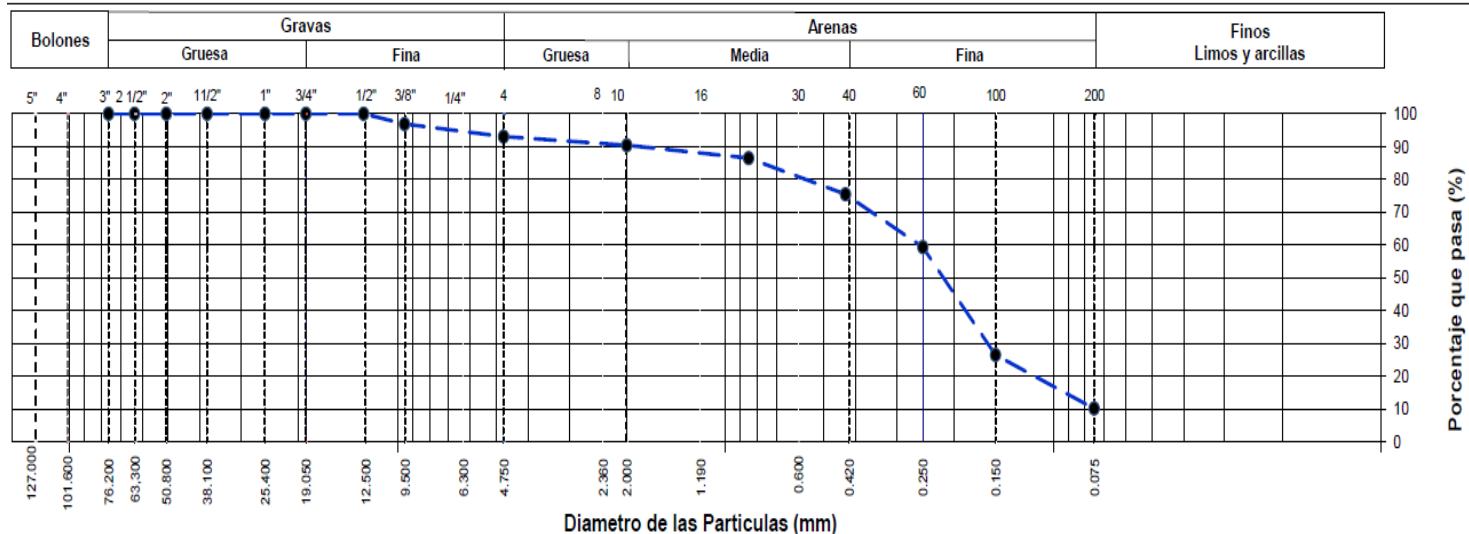


Gráfico 2. Curva granulométrica de la muestra N°2
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN
	(mm)		
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 1/2"	38.100	100.00	
1"	25.400	100.00	
3/4"	19.050	94.76	
1/2"	12.700	90.08	
3/8"	9.530	86.60	
N° 4	4.750	81.46	
N° 10	2.000	77.55	
N° 20	0.850	73.89	
N° 40	0.430	66.09	
N° 60	0.250	52.59	
N° 100	0.150	25.67	
N° 200	0.075	9.00	

Tabla 6. Tamizado N°1 de la muestra N°3
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
Contenido Humedad (%)	5.1	
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (LL)	N.P	
Límite Plástico (LP)	N.P	
Índice Plástico (IP)	N.P	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
18.5	72.5	9.0
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	SP - SM	
Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-3 (0)	
Nombre del Grupo		
<i>Arena pobremente gradada con limo y grava</i>		
<u>DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA:</u> SP - SM Arena pobremente gradada con limo y grava		
ASTM 2488		

Tabla 7. Contenido de humedad y clasificación de suelos N°3
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

CURVA GRANULOMETRICA

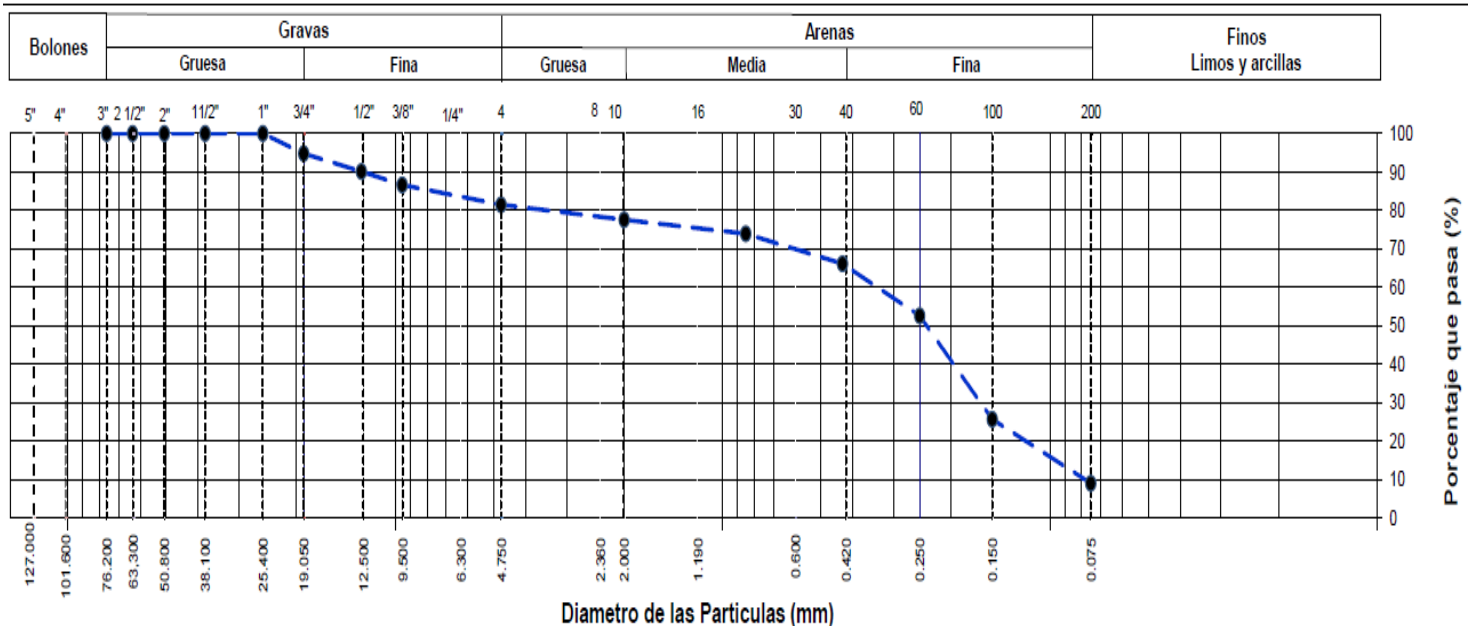


Gráfico 3. Curva granulométrica de la muestra N°3
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

A continuación se realizó el estudio del ensayo de compactación Próctor modificado donde se busca determinar la humedad óptima y la densidad máxima. Para ello a la muestra añadir agua necesaria para alcanzar la humedad óptima. Obtendremos el CBR patrón sin refuerzo de geomalla biaxial.



Figura 5. Ensayo Próctor Modificado
Fuente: Elaboración propia

		Volumen Molde	937	cm ³		
		Peso Molde	3826	gr.		
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,502	5,778	5,818	5,701	/
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,676	1,952	1,992	1,875	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.789	2.083	2.126	2.001	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	562.0	577.0	577.0	529.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	521.8	526.5	517.5	467.7	
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del agua	gr.	40.2	50.5	59.5	61.3	
Peso del suelo seco	gr.	522	526	517	468	
Contenido de agua	%	7.7	9.6	11.5	13.1	
Densidad Seca	gr/cc	1.661	1.901	1.907	1.769	
Densidad Máxima Seca:		1.931	gr/cm³.	Contenido Humedad Optima:		10.7 %

Tabla 8. Tabla de la densidad máxima seca y el contenido de humedad óptima
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

Luego se procedió a compactar la muestra en tres moldes CBR con un volumen del molde de 937 cm³, por ello se dividió como primer molde 5 capas compactadas con el pisón con 12 golpes por cada capa, como segundo molde repetimos 5 capas compactadas pero a diferencia con 25 golpes por cada capa y como tercer molde se realizó 5 capas compactadas con 56 golpes por cada capa. Todo lo que se realizó fue con el propósito de ayudar a formar la Tangente en el siguiente grafico que se mostrará.



Figura 6. Laboratorio compactación con el pisón
Fuente: Elaboración propia

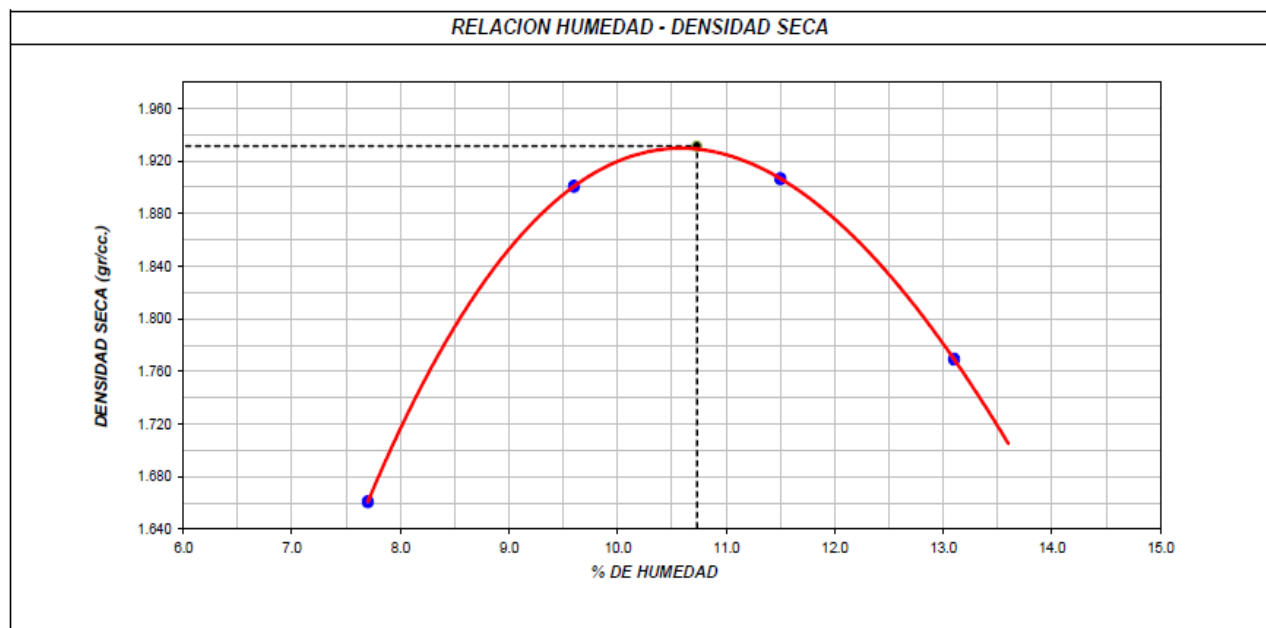


Gráfico 4. Relación Humedad –Densidad Seca
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

Posteriormente se enrasa el molde se desmonta y se vuelve a montar invertido para así llevar a saturar con agua es decir los moldes se sumergen en la poza de agua por 4 días.



Figura 7. Laboratorio desmontaje del molde para montar invertido
Fuente: Elaboración propia

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	E		10		11	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,690		12,621		12,415	
Peso molde (gr.)	8,170		8,336		8,507	
Peso suelo compactado (gr.)	4,520		4,285		3,908	
Volumen del molde (cm ³)	2,123		2,135		2,135	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.129		2.007		1.830	
Humedad (%)	10.6		10.7		10.6	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.925		1.813		1.655	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	857.8		795.6		759.4	
Tara+suelo seco (gr.)	775.6		718.7		686.6	
Peso de agua (gr.)	82.2		76.9		72.8	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	775.6		718.7		686.6	
Humedad (%)	10.6		10.7		10.6	

Tabla 9. Cálculo de la relación de soporte California (CBR)
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

A continuación, se tiene el cuadro de expansión, pero al ser un suelo arenoso no hubo expansión es por ello el resultado de no expansivo.

EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
09-may													
10-may				NO EXPANSIVO									
11-may													
12-may													

Tabla 10. Cuadro de expansión

Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

Después de sacar el molde del agua por 4 días aplicar la carga sobre el pistón de penetración mediante la prensa CBR y tomar lecturas de la curva presión penetración.

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	E				Molde N° 10				Molde N° 11			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		17	0.9			12	0.6			5	0.2		
0.050		36	1.8			26	1.3			10	0.5		
0.075		60	3.0			43	2.2			17	0.8		
0.100	70.307	73	3.7	7.8	11.1	53	2.7	5.7	8.1	20	1.0	2.2	3.1
0.150		146	7.4			107	5.4			41	2.1		
0.200	105.460	228	11.6	15.3	14.5	166	8.4	11.1	10.6	64	3.2	4.3	4.1
0.300		378	19.2			276	14.0			106	5.4		
0.400		496	25.2			362	18.4			139	7.1		
0.500		569	28.9			416	21.1			159	8.1		

Tabla 11. Cálculo de la penetración

Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca

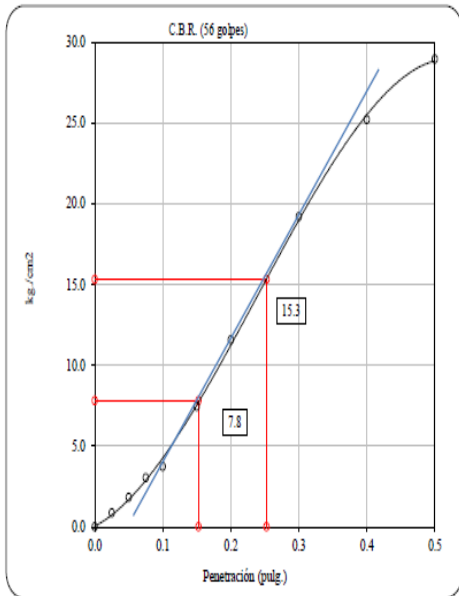
1.931 gr./cm³

Óptimo Contenido de Humedad

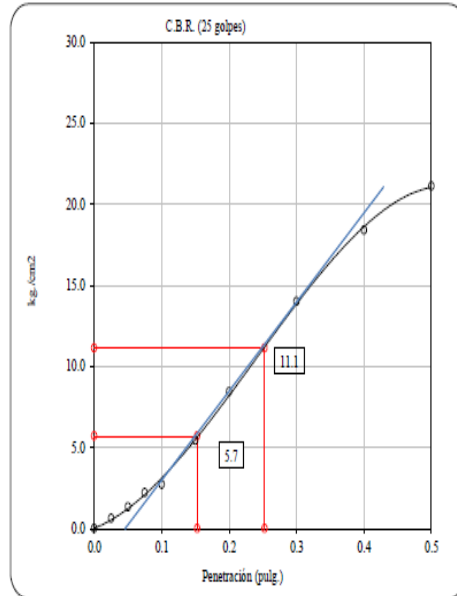
10.73 %

Máxima Densidad Seca al 95%

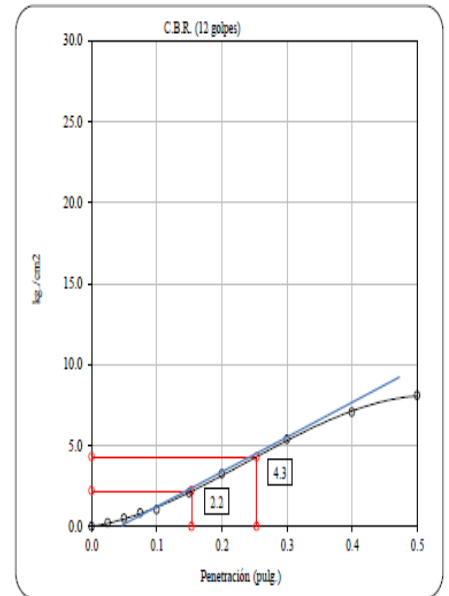
1.835 gr./cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 11.1 %



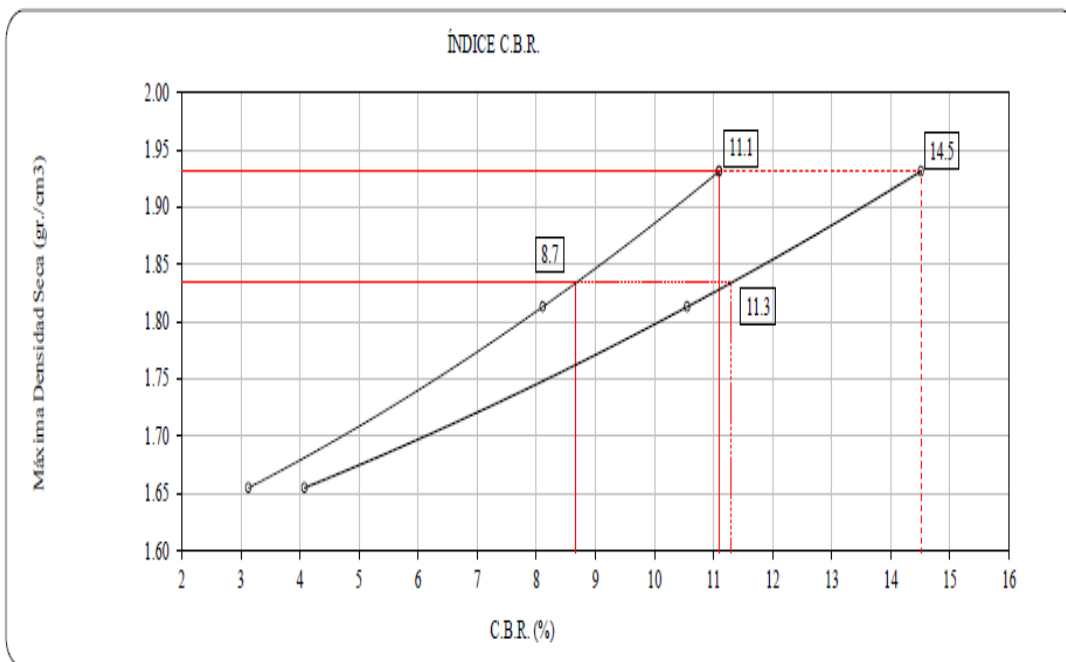
C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 8.1 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 3.1 %

Gráfico 5. Grafica de los valores CBR Patrón 12, 25 y 56 golpes
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

DETERMINACION DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 11.1 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 8.7 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 14.5 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 11.3 %

Gráfico 6. Determinación del CBR Patrón al 95% y 100% de 1 y 2 pulgadas
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

Se volvió a realizar el ensayo del Próctor modificado donde se busca determinar la humedad óptima y la densidad máxima. Para ello a la muestra añadir agua necesaria para alcanzar la humedad óptima. En este ensayo Obtendremos el CBR con el refuerzo de la Geomalla Biaxial.



Figura 8. Geomalla Biaxial
Fuente: Elaboración propia

		Volumen Molde	937	cm ³		
		Peso Molde	3826	gr.		
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,502	5,778	5,818	5,701	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,676	1,952	1,992	1,875	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.789	2.083	2.126	2.001	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	562.0	577.0	577.0	529.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	521.8	526.5	517.5	467.7	
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del agua	gr.	40.2	50.5	59.5	61.3	
Peso del suelo seco	gr.	522	526	517	468	
Contenido de agua	%	7.7	9.6	11.5	13.1	
Densidad Seca	gr/cc	1.661	1.901	1.907	1.769	
Densidad Máxima Seca:		1.931 gr/cm ³ .		Contenido Humedad Optima:		10.7 %

Tabla 12. Tabla de la densidad máxima seca y el contenido de humedad óptima
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

Como explicado en lo anterior se tuvo 3 moldes de CBR con su volumen de 937 cm³ y serán divididos en el primero 5 capas con 12 golpes, el segundo 5 capas 25 golpes y el tercero 5 capas 56 golpes en donde la única diferencia es que se añadió la geomalla biaxial en el medio de las 5 capas es decir dos capas y media luego la geomalla y por último las siguientes dos capas y media concluyendo así como total las 5 capas.



Figura 9. Se añadió la Geomalla Biaxial y se procedió a compactar
Fuente: Elaboración propia

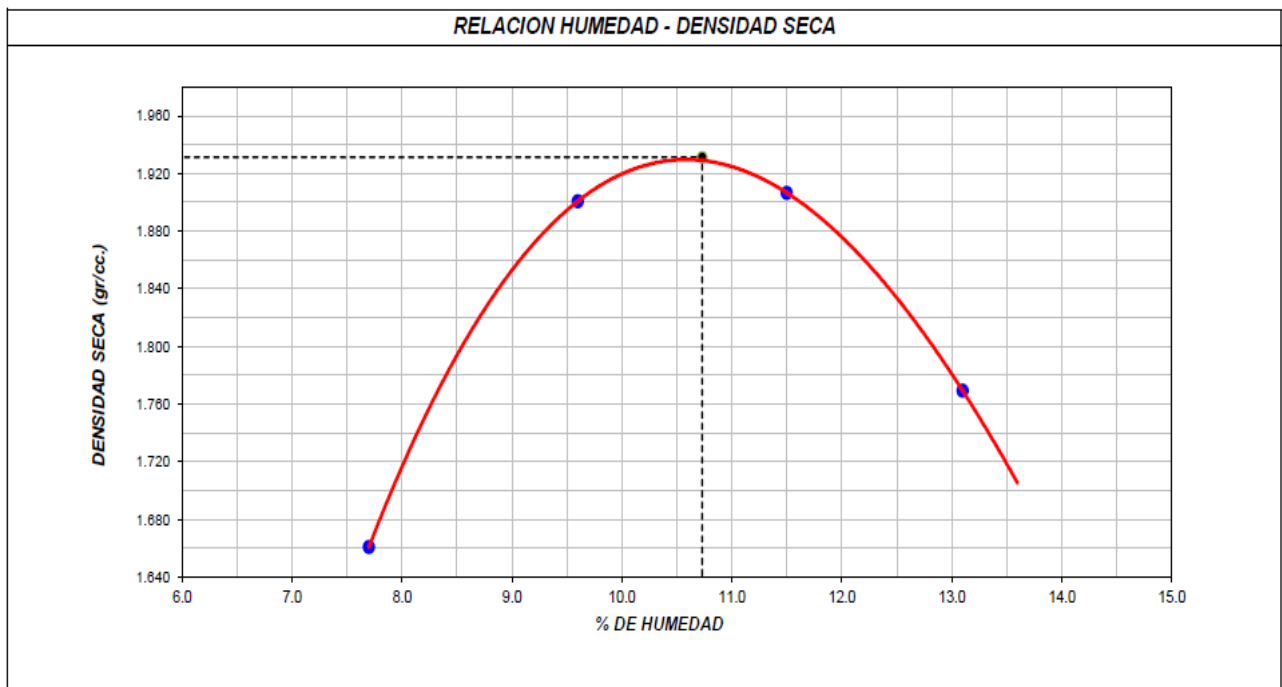


Gráfico 7. Relación Humedad – Densidad seca
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

Luego se enrasó el molde se desmontó y se volvió a montar invertido para así llevar a saturar con agua es decir los moldes se sumergieron en la poza de agua por 4 días.



Figura 10. Se añadió la Geomalla Biaxial y se llevó a la poza
Fuente: Elaboración propia

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	12		13		14	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	13,053		12,891		12,335	
Peso molde (gr.)	8,510		8,607		8,449	
Peso suelo compactado (gr.)	4,543		4,284		3,886	
Volumen del molde (cm ³)	2,140		2,137		2,129	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.123		2.005		1.825	
Humedad (%)	10.5		10.4		10.5	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.921		1.816		1.652	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	756.8		689.6		658.2	
Tara+suelo seco (gr.)	684.9		624.6		595.7	
Peso de agua (gr.)	71.9		65.0		62.5	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	684.9		624.6		595.7	
Humedad (%)	10.5		10.4		10.5	

Tabla 13. Cálculo de la relación de soporte California (CBR)
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
09-may											
10-may				NO EXPANSIVO							
11-may											
12-may											

Tabla 14. Cuadro no expansivo
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

Después de sacar el molde del agua por 4 días se volvió a repetir el procedimiento y se aplicó la carga sobre el pistón de penetración mediante la prensa CBR y se tomó lecturas de la curva presión penetración.



Figura 11. Aplicación de carga mediante la prensa CBR
Fuente: Elaboración propia

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 12				Molde N° 13				Molde N° 14			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		63	3.2			44	2.3			17	0.9		
0.050		84	4.3			71	3.6			23	1.2		
0.075		126	6.4			110	5.6			44	2.2		
0.100	70.307	243	12.3	11.1	15.8	165	8.4	8.2	11.7	63	3.2	3.1	4.4
0.150		345	17.5			263	13.3			101	5.1		
0.200	105.460	443	22.5	22.5	21.3	315	16.0	16.4	15.6	123	6.3	6.3	6.0
0.300		672	34.1			477	24.2			183	9.3		
0.400		826	42.0			587	29.8			225	11.4		
0.500		973	49.4			691	35.1			265	13.5		

Tabla 15. Cuadro de penetración de carga
Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca

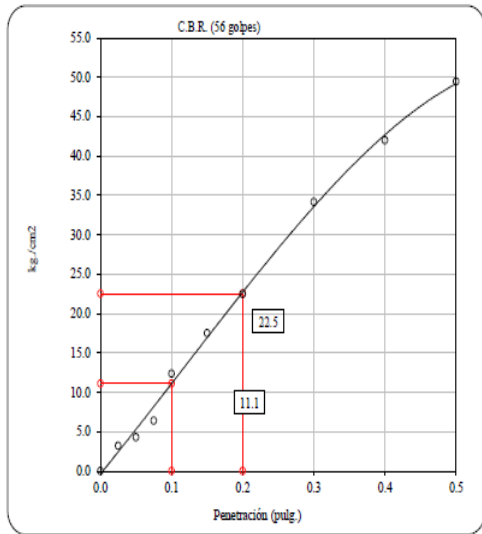
1.931 gr./cm³

Óptimo Contenido de Humedad

10.73 %

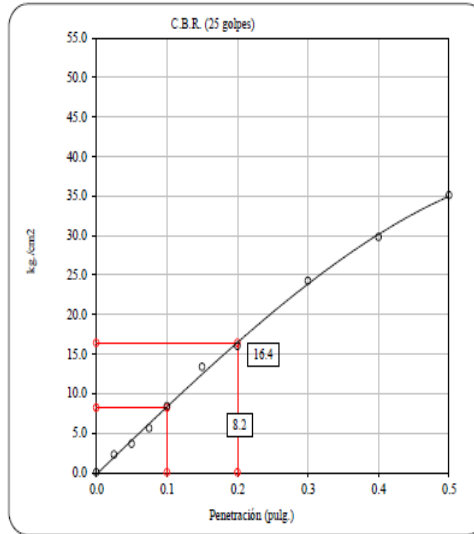
Máxima Densidad Seca al 95%

1.835 gr./cm³



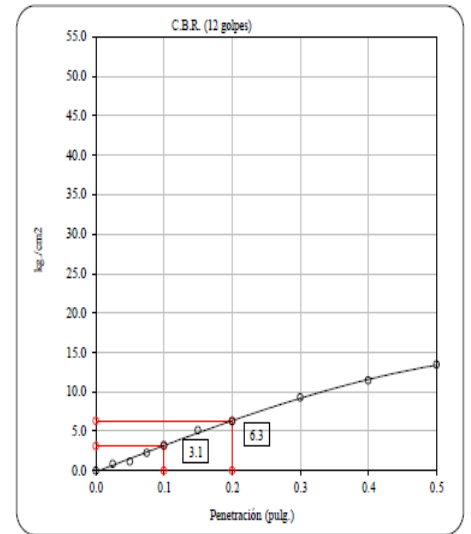
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :

15.8 %



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

11.7 %



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

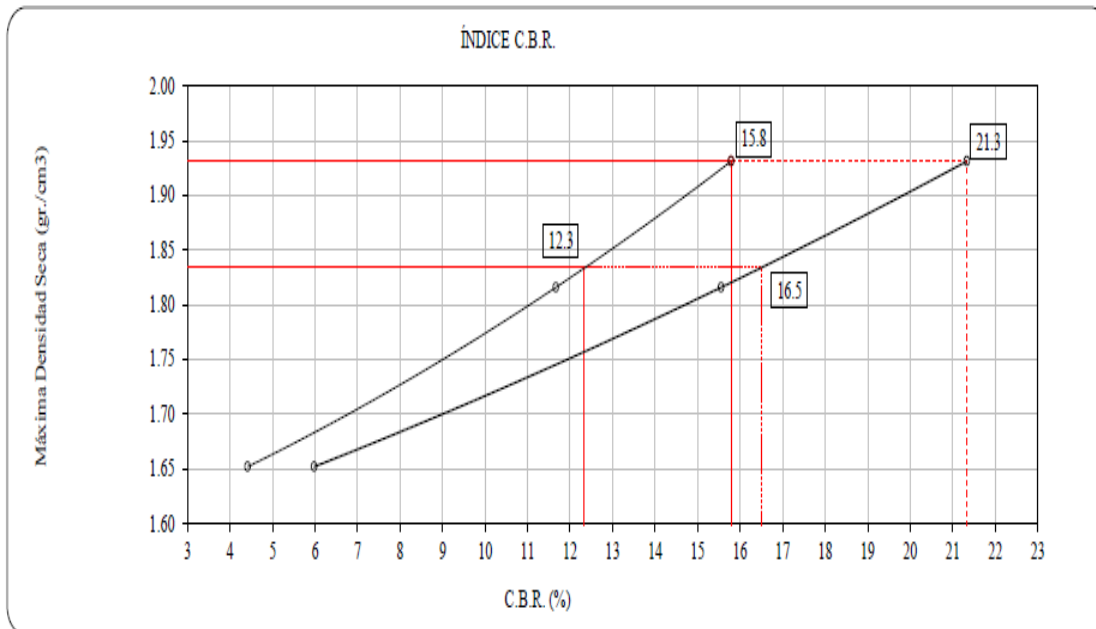
4.4 %

Gráfico 8. Grafica del CBR con refuerzo de Geomallas Biaxiales Con 12,25 y 56 golpes.

Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

DETERMINACIÓN DE C.B.R.

ÍNDICE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 15.8 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 12.3 %

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 21.3 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 16.5 %

Gráfico 9. Determinación del CBR con el refuerzo de la Geomalla Biaxial al 95% y 100% de 1 y 2 pulgadas

Fuente: Elaboración del laboratorio JJ GEOTECNIA SAC

V. DISCUSIÓN

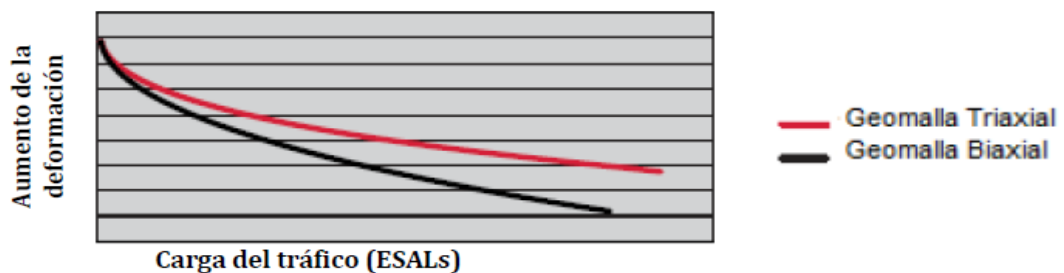
En cuanto a la primera discusión en referencia con los autores Antonio Roca, Ignacio Pérez y Manuel Herrador (2011) donde su objetivo fue mejorar las condiciones del pavimento flexible con la aplicación de la Geomalla biaxial mediante ensayos donde consistió en disponer una gruesa capa de algodón sobre la capa de la base del pavimento flexible para luego protegerlo con una delgada capa de arena y así poder verter asfalto caliente sobre la fibra estos resultados del estudio mostraron una reducción de fallas localizadas y el agrietamiento en la estructura ,este proyecto demostró la relevancia de usar cuerpos ajenos al material es decir implementar la Geomalla Biaxial como refuerzo en un pavimento con una mezcla asfáltica logrando conseguir mejoras en el comportamiento del pavimento tal y como hoy se viene utilizando los Geosintéticos de igual forma es importante investigar más en cuanto a su uso ya que hay diferentes tipos de Geomallas en la cual podrían ser más adecuado de acuerdo a la zona del proyecto.

Se puede decir que se encuentra una semejanza en cuanto al hecho de añadir cuerpos ajenos al pavimento tal y como se formuló el uso de la Geomalla biaxial para mejorar las propiedades mecánicas del suelo ,debido a que los resultados obtenidos en los ensayos se consiguió mejorar el comportamiento de un pavimento con refuerzo a comparación del pavimento sin refuerzo es decir, se obtuvo mejoras en la cual nos da un resultado positivo al querer mejorar un pavimento flexible en lugares donde presenta suelos con una subrasante regular o suelos blandos donde la Geomalla biaxial de 30kn aportó en el aumento del cbr logrando obtener un suelo muy bueno que influirá como refuerzo de un pavimento flexible es por ello que los autores con la cual se hace la discusión dan su propuesta de investigar más en este tema ya que es muy amplio en cuanto a su uso ya que hay diferentes tipos Geomallas teniendo en cuenta los diferentes tipos de suelos que se pueden encontrar en diversas zonas y cada Geomalla ya sea uniaxial ,Biaxial, o Triaxial se adaptará mejor de acuerdo a sus funciones incentivando a más investigadores a profundizar más del tema.

Según a Hinosgar Aleksandrovich Hinostrza Molina (2018) con el título de "El diseño de un pavimento flexible reforzada con el uso de las Geomallas para la reducción de estructura del pavimento". En cuanto al **objetivo** se tiene realizar el diseño de un pavimento en este caso flexible donde será reforzado con el uso de Geomallas logrando así la reducción de los espesores en cuanto al pavimento dando como resultados que la Geomalla aporta distintos mecanismos según su ubicación, para esta investigación se consideró en la capa base y la capa subbase, donde muestra que la Geomalla incrementa el confinamiento que le permite resistir el desplazamiento por el lado lateral y otorga un mayor rendimiento en cuanto a largo plazo previniendo el esparcimiento del material de la base o la subbase, donde al mejorar la distribución de esfuerzos generados por el tráfico originará la incremento de la vida útil del pavimento flexible.

Si bien es cierto el autor Hinostrza hace referencia a la reducción de los espesores al reforzar el pavimento con Geomalla Biaxial ya que aporta distintos mecanismos según su ubicación ya que él consideró entre la capa base y capa subbase logrando incrementar un confinamiento lateral llegando a un mayor tiempo de vida útil, bueno en cuanto a mis resultados hago relevancia a que no es necesario hacer un doble refuerzo en esas dos capas para obtener un mejor comportamiento y un mayor tiempo de vida útil ya que en este proyecto de investigación se hizo la aplicación de la geomalla biaxial en la subrasante del terreno para así mejorar la propiedades mecánicas del suelo de tal manera que el CBR patrón que estaba en (14.5%) en el rango de S2-S3 es decir subrasante de Regular a Buena al implementar este geosintético con un solo refuerzo en la Subrasante según ensayos de laboratorio indica que se obtuvo un incremento del CBR al 21.3% es decir está en el rango de un S4 (Subrasante Muy Buena) de tal manera que es un factor importante al tener un suelo en mejores condiciones capaces de ayudar al pavimento flexible en la distribución de cargas en dos direcciones reduciendo las fallas comunes como piel de cocodrilo y los baches ,esto genera una mejor calidad al pavimento con una mayor durabilidad prolongando la vida útil del pavimento.

En cuanto a la discusión de este proyecto de investigación se tiene al autor José López (2013) con la tesis titulada “Diseño y Construcción de Pavimentos Flexibles Aplicando Geomallas de Polipropileno como Sistema de Reforzamiento Estructural” de la Universidad Nacional Autónoma de México ,mediante un análisis de laboratorio se demostró que al incorporar las geomallas ayudó a mejorar la propiedades de resistencia e inclusive incrementó la flexibilidad lo que nos lleva a una reducción en cuanto a tensiones y deformaciones a un 70% a sí mismo incrementó el rendimiento a la fatiga y redujo el índice de propagación de fisuras. También se hizo el ensayo de diferentes profundidades de capa de base comparando Geomallas Biaxial y Geomalla Triaxial llegando hasta las 10 mil pasadas donde se obtuvo como resultados que las deformaciones fueron menores en las Triaxiales demostrando que aporta mejores ventajas estructurales a diferencia de la biaxial , indicado en el siguiente gráfico.



Por otro lado en cuanto a los resultados de este proyecto de investigación con el título de “El uso de Geomallas Biaxiales para el refuerzo de pavimentos en la Av. Ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima- 2021” se realizó los debidos ensayos en el laboratorio de JJ Geotecnia Sac donde los estudios del CBR y Próctor Modificado mostraron que la muestra patrón vs la muestra con refuerzo de Geomalla hubo una diferencia en cuanto a mejoras de tal manera que de tener una subrasante Regular se incrementó al rango de una subrasante muy buena simplemente el hecho de implementar la Geomalla Biaxial de 30kn de tal manera que influye en el pavimento a una reducción de tensión y deformaciones obteniendo una conservación del pavimento. Estas semejanzas ocurren debido a que se tiene el mismo objetivo en la cual fue buscar mejorar el pavimento y reducir las fallas mediante el uso de las Geomallas biaxiales.

Como cuarta discusión se tiene a los autores Jorge G. y Zornberg donde en uno de sus proyectos evaluado como parte de estudio generó evidencias en cuanto a efecto beneficio usando las Geomallas Biaxiales como refuerzo de pavimento en lugares con presencia de arcillas expansivas como estudio se colocó una Geomalla en la interfaz de la capa base y la subrasante ubicada la carretera FM 542 en Texas USA, se observó grietas longitudinales en el pavimento inclusive antes que esta sección fuese abierta para el uso de la vía, esta falla se desarrolló en una distancia de aproximadamente 1 metro en los bordes del pavimento, de tal manera que se realizó la excavación de trinchera para lograr un corte vertical en la parte del pavimento con presencia de grietas hasta el nivel de la subrasante y se descubrió que le faltaba el refuerzo de Geomalla en la sección deteriorada, la evaluación indicó que el contratista había utilizado el rollo de la Geomalla Biaxial más angosto de lo que se había especificado en el proyecto esto quiere decir que la Geomalla Biaxial no cubría en su totalidad del pavimento en cuanto al ancho del carril ya que el rollo tenía 3 m de ancho mientras que en lo especificado se requería un rollo de 4.2m con todo este estudio se puede afirmar que las Geomallas Biaxiales como refuerzo de pavimento es fundamental ya que en los tramos que si estaban cubiertas por Geomallas no presentaron fallos mientras tanto en las zona lateral del pavimento donde no hubo presencia de estos se encontró fallas en los pavimentos como las grietas.

En cuanto a los resultados obtenidos de este proyecto de investigación se hace referencia que al comparar un pavimento flexible que cuenta con refuerzo de las Geomallas Biaxiales vs un pavimento sin refuerzo se obtiene como resultado que beneficia su estructura teniendo un mejor comportamiento mecánico a través de las Geomallas ya que al ser extruidas y biaxiales reparte en dos direcciones las cargas que son sometidas por los vehículos generando un mejor desempeño y así evitando las grietas que comúnmente se encuentra en los pavimentos que no cuentan con refuerzos de estos Geosintéticos con el propósito de tener un mayor tiempo de vida útil en cuanto a durabilidad de un pavimento flexible.

VI. CONCLUSIONES

Como primera conclusión se tiene que el uso de Geomallas Biaxiales de 30kn efectivamente mejoró el comportamiento mecánico del pavimento flexible ya que al tener suelos blandos y de baja capacidad portante las Geomallas Biaxiales ayudó a incrementar el valor del cbr en un 6.8% y por lo tanto al tener un terreno en óptimas condiciones para realizar un pavimento flexible este ayudó a tener un mejor desempeño y comportamiento en cuanto a su uso y rendimiento generando así mejorar su comportamiento mecánico a diferencia de un pavimento tradicional sin refuerzo.

Se ha concluido que la implementación de las Geomallas Biaxiales de 30kn en la subrasante para este tipo suelo según clasificación en laboratorio es arena pobremente gradada con limo (sp-sm) en la cual se obtuvo un cbr patrón de 14.5% lo cual estaba en el rango de un suelo regular según el ICG , pero gracias a la implementación de este Geosintético el CBR incremento al 21.3% logrando así tener un suelo muy bueno brindando una mejor calidad al pavimento ya que esto ayudó con una ganancia del 6.8% y por lo tanto se evidencia una mejora del terreno generando un mejor comportamiento mecánico del pavimento a comparación de un pavimento sin el refuerzo de Geomallas Biaxiales concluyendo que se obtuvo un pavimento de calidad gracias a este Geosintético ubicada en la avenida ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2021.

Como tercera conclusión se tiene que efectivamente la aplicación de las Geomallas Biaxiales mejora las propiedades mecánicas del suelo siendo fundamental para tener un buen pavimento en la cual al tener Geomallas Biaxiales extruidas distribuye las cargas emitidas por los vehículos livianos y pesados en ambas direcciones (biaxial) esto genera un mejor desempeño además de una reducción de tensión y deformaciones a un 70% obteniendo una conservación del pavimento de tal manera que ayudó a reducir las fallas más comunes como piel de cocodrilo y baches que normalmente se encuentra en los pavimentos flexibles.

Si bien es cierto mediante los ensayos obtenidos del laboratorio se concluye que se logró mejorar las propiedades mecánicas del pavimento en la cuál es un factor importante empezando de tener un terreno con un buen porcentaje del CBR con ayuda de las Geomallas biaxiales que se comportará como un refuerzo esencial para tener un pavimento que soporte y actúe de mejor forma ante la presencia de cargas de los vehículos que transitan a diario sin olvidar que es importante la correcta colocación de la Geomalla Biaxial de extremo a extremo sin dejar una área libre en el pavimento para así no tener los problemas como en la discusión anterior, además de que si beneficia a la población de la zona de la avenida ferrocarril ya que se tendrá un pavimento bien reforzado mediante el uso de estos Geosintéticos con mayor tiempo de vida útil a comparación de los que no cuentan con refuerzos.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de las Geomallas Biaxiales en lugares con presencia de suelos blandos y de baja capacidad portante ya que este geosintético ayuda a mejorar las propiedades mecánicas del suelo teniendo así un terreno en óptimas condiciones para ser utilizado en futuros proyectos de pavimentación.

Se recomienda cubrir en su totalidad del pavimento con la Geomallas Biaxiales sin dejar espacios descubiertos por este geosintético ya que al no cubrir en su totalidad con el transcurso del tiempo es posible encontrar fallas comunes como grietas y piel de cocodrilo como anteriormente ha sido demostrado mediante los antecedentes.

Se recomienda hacer el uso de las Geomallas Biaxiales si se requiere reducir las fallas comunes que presentan los pavimentos flexibles ya que por medio de este geosintético se logra mejorar las propiedades mecánicas del suelo y por ende un mejor comportamiento mecánico del pavimento flexible obteniendo así beneficios para su estructura y como efecto una mejor calidad de vida para los pobladores.

Con respecto a la Geomalla Biaxial de polipropileno de 30kn se recomienda hacer un estudio más amplio incentivando a futuros investigadores a determinar qué tipo de Geomalla es la más adecuada de acuerdo a las zonas donde se requiere pavimentar ya que hoy en día se cuenta con diferentes materiales (polipropileno ,fibra de vidrio ,polietileno ,etc) y diferentes funciones (uniaxial , biaxial ,triaxial, multiaxial ,etc), inclusive con diferentes resistencias (10kn , 20kn , 30kn ,etc.)

REFERENCIAS

- [1] BERROSPI VARGAS, JHERSON ANTONIO, 2017, *Utilización de la Geomalla Biaxial de Polipropileno en el Pavimento Flexible de la Av. las Torres en el Distrito de Lurigancho Chosica, Lima, 2017*. Licenciatura. Universidad César Vallejo.
- [2] GAVILANES DAVILA, NYDIA ESTEFANIA, 2012, *"Diseño de la estructura del pavimento con reforzamientos de geosintéticos aplicado en un tramo de la carretera zumbahua - la Maná"*. Licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- [3] KARI BENITES, MARIBEL and OLORTEGUI HERERA, JHONATAN ROLANDO, 2019, *"Propuesta de diseño de pavimento flexible reforzado con Geomalla en la interfaz subrasante - subbase utilizando la metodología Giroud – Han, para mejorar el tramo de la carretera(vía)"*. Bachiller. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- [4] MIRANDA RAMOS, EDDY CRISTIAM, 2019, *"DISEÑO DE UNA BASE GRANULAR REFORZADA CON GEOMALLA BIAXIAL; PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES, TRAMO TAYABAMBA – ONGON. PROVINCIA DE PATAZ. LA LIBERTAD"*. Maestría. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO.
- [5] ROBLES LAVI, LUIS FERNANDO, 2018, *"Geomalla biaxial para optimizar base y subbase de pavimento flexible en la Av. Camino del Inca Izquierdo, distrito de Ventanilla en 2018"*. Licenciatura. Universidad César Vallejo.
- [6] HINOSTROZA MOLINA, HINOSGAR ALEXSANDROVICH, 2018, *DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE REFORZADO CON GEOMALLAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO*. Licenciatura. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- [7] MENDOZA ROSAS, MARCO TULIO, 2013, *Diseño y Construcción de Pavimentos Flexibles Aplicando Geomallas de Polipropileno como Sistema de Reforzamiento Estructural*. Maestría. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- [8] BAAMONDE ROCA, ANTONIO, PÉREZ PÉREZ, IGNACIO and HERRADOR, MANUEL F, 2011, *Geosintéticos en carreteras: Planteamientos para su aplicación en las capas de firme*. Artículo de Literatura. Universidade da Coruña.
- [9] SIVAPRIYA, VIJAYASIMHAN and ANESH-KUMAR, SHANMUGAM, 2019, *Functional and cost- benefits of geosynthetics as subgrade reinforcement in the design of flexible pavement*. Artículo de Literatura. Revista Facultad de Ingeniería.
- [10] ZORNBERG, JORGE G., 2011, *REINFORCEMENT OF PAVEMENTS OVER EXPANSIVE CLAYS*. Artículo de Literatura. University of Texas at Austin.

- [11] KIM, MINKWAN and LEE, JOO HYOUNG, 2013, *EFFECTS OF GEOGRID REINFORCEMENT IN LOW VOLUME FLEXIBLE PAVEMENT*. *Journal of Civil Engineering and Management*. 2013. Vilnius Gediminas Technical University.
- [12] WALUBITA, LUBINDA F., NYAMUHOKYA, TITO P., KOMBA, JULIUS J., AHMED TANVIR, HOSSAIN, SOULIMAN, MENA I. and NAIK, BHAVEN, 2018, *Comparative assessment of the interlayer shear-bond strength of geogrid reinforcements in hot-mix asphalt*. *Construction and Building Materials*.
- [13] AL-HEDAD, ABBAS S.A., BAMBRIDGE, EBONY and HADI, MUHAMMAD N.S., 2017, *Influence of geogrid on the drying shrinkage performance of concrete pavements*. *Construction and Building Materials*. Elsevier BV.
- [14] GASHI, ESAT, DIMITRIEVSKI, LJUPČO and ILIEVSKI, DARKO, 2018, *Application of polymer grids for reinforcement of asphalt pavement roads: Case study of corridor X in Macedonia*. *Pollack Periodica*. Akademiai Kiado Zrt
- [15] ITANI, HAYSSAM, SAAD, GEORGE and CHEHAB, GHASSAN, 2016, *The use of geogrid reinforcement for enhancing the performance of concrete overlays: An experimental and numerical assessment*. *Construction and Building Materials*. Elsevier BV.
- [16] VAITKUS, AUDRIUS, ŠIUKŠČIUS, AURIMAS and RAMŪNAS, VAIDAS, 2014, *Regulations for use of geosynthetics for road embankments and subgrades*. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*. Riga Technical University.
- [17] GU, FAN, LUO, XUE, LUO, RONG, LYTTON, ROBERT L., HAJJ, ELIE Y. and SIDDHARTHAN, RAJ V., 2016, *Numerical modeling of geogrid-reinforced flexible pavement and corresponding validation using large-scale tank test*. *Construction and Building Materials*. Elsevier BV.
- [18] TAÍPE SARMIENTO, WALTER and TOVAR CHOCCELAHUA, EDSON, 2012, *"COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL USO DE GEOMALLA EN EL KM+010 DISTRITO DE LIRCAY KM 0+010 CAMINO A OCOPA DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA"*. Licenciatura. Universidad Nacional de Huancavelica.
- [19] VILLEGAS SILVA, DARWIN ALEXANDER, 2019, *"Diseño del pavimento asfáltico utilizando geomallas de fibra de vidrio en Urbanización el Ingeniero I, Chiclayo"*. Licenciatura. Universidad César vallejo.
- [20] GARCÍA CORZO , AUGUSTO, 2019, *"Propuesta del mejoramiento de la subrasante de pavimentos flexibles usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo valor de Soporte California – distrito de Ahuac"*. Universidad Continental.

[21] RUGE CÁRDENAS, JUAN CARLOS; CÁRDENAS CHÁVEZ, CARLOS SANTIAGO; ARIAS MATEUS, OSCAR DAVID,2019” *Evaluación de la resistencia obtenida mediante un ensayo de flexión bajo carga monotónica en especímenes de mezcla asfáltica reforzada con geomallas*”.Licenciatura.Universidad Católica de Colombia.

[22] MONDRAGÓN ROLDAN RENSON CESAR ,2004” *Refuerzo de pavimentos de concreto hidráulico empleando geomallas biaxiales*”. Licenciatura. Universidad Nacional de Ingeniería.

[23] ORREGO CABANILLAS DANIEL ALBERTO ,2014” *Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles*”. Licenciatura .Pontificia Universidad Católica del Perú.

[24] SOCOLA SALDARRIAGA ,MARCOS MIGUEL ,2018 ” *Diseño y análisis comparativo de costos de un pavimento flexible según metodología del AASHTO 93 y otro con geomallas biaxiales en el sector los laureles del distrito del porvenir - Trujillo - la libertad*”. Licenciatura .Universidad Privada Antenor Orrego.

[25] AGUIRRE ZUÑIGA ,CESAR LUIS ; FLORES ROJAS, JOSE DIEGO;2016 ”*Análisis de reducción de costos en obras viales mediante optimizaciones de ingeniería en los diseños de pavimentos flexibles: caso de estudio, obra mejoramiento de la carretera CU-110 'Huarcocondo-Pachar', ubicado en los distritos de Huarcocondo y Ollantaytambo, provincias de Anta y Urubamba, región Cusco*”. Licenciatura. Universidad Andina del Cuzco.

[26] RODRIGUEZ ARANGO ,KATERIN VANESA;MORA NEIRA,DAVID FERNANDO , 2013” *Diseño y verificación del aporte estructural de la geomalla en capas granulares para pavimentos*” Licenciatura. Corporación Universitaria Minuto de Dios.

[27] SOLORZANO CAMONES ,MARINO JHON ,2013” *Aplicación de software para el diseño de pavimento flexible utilizando geomallas biaxiales en la ciudad de Chimbote*” Licenciatura.Universidad Nacional del Santa.

[28] MELGAREJO VELASQUEZ,WALTER HUGO ,2014” *Aplicación de la guía AASHTO 93 para el diseño del pavimento con geosintéticos en la carretera : variante Coporaque (2.2 km)*”Universidad Nacional de Ingeniería .

[29] SOTO QUISPILAYA,CÉSAR ENRIQUE ,2013 “*Diseño de pavimentos con mejoramiento del terreno de fundación mediante la aplicación de geosintéticos para la Nueva Ciudad de Morococha*”,Licenciatura.Universidad Nacional de Ingeniería.

[30] JORDAN ORRALA ,CARLOS ANTONIO;SUAREZ GONZALES ,JEFFERSON MARIO ,2017” *Diseño de pavimentos flexibles con el uso de Geosintéticos como refuerzo aplicado en las vías de acceso a la ciudadela la Milina del Cantón Salinas*”.Licenciatura. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

[31] BERMUDEZ MANRIQUE ,WINDY NATALY;ALVAREZ CRUZ ,LUIS DAVID,2020” *Análisis comparativo del uso de geomallas biaxiales como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles*”.Artículo Científico.Universidad Piloto de Colombia.

[32] ISMAEL PALMA ,2012” *Estabilización y refuerzo en vías con Geomallas Biaxiales*” Artículo Científico.Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotecnia.

[33] LEON LAVADO ,RONALD FRANCISCO, 2014 “*Uso de la geomalla biaxial en la carretera Tacna - Tarata – Candarave*”.Licenciatura.Universidad Nacional de Ingeniería.

[34] ANCCO RAMIREZ FRED, 2012” *Mejora de la capacidad de soporte y tiempo de servicio de la carretera Molinopata Maucacalle Abancay - Apurímac empleando geomalla*”.Licenciatura. Universidad Nacional de Ingeniería.

[35] VERA YALICO,MARIO ABEL,2019” *Sistema de reforzamiento de geomallas y geotextiles anclados para mejorar la estabilidad del talud en la carretera Sayan – Churín - Lima 2019*”.Licenciatura.Universdad César Vallejo.

[36] MERA HEREDIA ,JEANS MARCO,2017” *Evaluación técnico - económico del uso de geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante de la carretera Santa Cruz - Bellavista, distrito Bellavista - Jaén – Cajamarca*”. Licenciatura. Universidad Nacional de Cajamarca.

[37] PAEDES GUEVARA, ELITA,2018 “*Propuesta técnica económica para mejorar resistencia de subrasante mediante aplicación de geomallas en av. Mesones Muro 0+000 -2+066.025 km - Chiclayo*”.Licenciatura.Universidad César Vallejo.

[38] MANDUJANO CHUMBEMUNE ,JAVIER JESUS,2020” *Uso de geomallas biaxiales en pavimento flexible para alargar vida útil en suelos de la Asociación Nuevo Amanecer, Lima 2020*”.Licenciatura.Universidad César Vallejo.

[39] CHURA MAMANI,EDER ELIAB,2017” *Estabilización de suelos cohesivos mediante el uso de geomallas, geotextil, cal y cemento con fines de pavimentación en el tramo de acceso del km 00+000 al km 00+750 del campus universitario UPeU Juliaca*” Licenciatura.Universidad Peruana Unión.

[40] CAHUAPAZA CONDORI ,VLIRITZA MAGNA ,2020 “*Incidencia de la geomalla biaxial en el módulo resiliente de la subrasante de diseño para pavimentos flexibles Puno 2020*”.Licenciatura. Universidad César Vallejo

ANEXOS

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Uso de Geomallas Biaxiales	“Las Geomallas coextruídas son fabricadas de polímeros y está conformada por costillas que están conectadas de manera integral y son extruidas que permite un mejor desempeño a la hora de aplicarse de tal manera que su extrusión tiene el suficiente tamaño para que ingrese el material y distribuye las cargas en las dos direcciones en el caso de la geomalla biaxial”(Departamento de Ingeniería ,2009,p.14).	Se implementará Geosintéticos con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas del suelo y así obtener un pavimento en óptimo estado para prolongar la vida útil.	Características mecánicas de la Geomalla Biaxial	Dimensiones	Razón
				Durabilidad	Razón
			Distribución de cargas	Resistencia a la tracción	Razón
				Resistencia a la tensión	
			Función	Trabajabilidad	Razón
				Resistencia	
Reducción de fallas					
Variable Dependiente: Refuerzo de pavimento	“Aumentar la capacidad estructural de un pavimento es muy importante haciendo el uso de Geomallas donde precisa que los beneficios obtenidos son: mejoramiento de la vida del servicio del pavimento y disminución de la sección estructural”(Jorge G. y Zornberg,2011,p,11)	Se puede definir que el uso de Geomallas como refuerzos en los pavimentos es fundamental ya que mejora la capacidad estructural y gracias a eso se tiene como resultado la reducción de fallas como las grietas.	Estudio de Mecánica de Suelos	Ensayo de limite Atterberg	Intervalo
				Ensayo del CBR	
				Ensayo de análisis granulométrico por tamizado	
				Ensayo de Proctor modificado	
				Clasificación de suelos(AASHTO)	
			Clasificación de suelos (SUCS)		
Reducción de las fallas comunes en un pavimento flexible	Reducción de grietas ,baches y piel de cocodrilo.	Razón			

CUADRO DE MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente: Uso de Geomallas Biaxiales	Características Mecánicas de la Geomalla Biaxial	Durabilidad	Enfoque : Cuantitativo
¿De qué manera influirá el uso de Geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2020?	Analizar si la Geomalla biaxial mejora el comportamiento mecánico en el pavimento de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2020	El uso de Geomalla biaxial influye en el refuerzo de pavimentos de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2020			Distribución de cargas	
				Resistencia a la tracción		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas			Función	
PE.1 ¿De qué manera el uso de Geomallas biaxiales mejorará las propiedades mecánicas del pavimentos flexible en la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2020?	Evaluar la calidad en los pavimentos aplicando el uso de Geomallas Biaxiales.	El uso de Geomallas biaxial mejora la calidad en los pavimentos de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2020		Resistencia		
				durabilidad		
PE.2 ¿De qué manera el uso de Geomallas biaxiales reducirá las fallas del pavimento flexible de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2020?	Analizar cuál sería la reducción de fallas en los pavimentos aplicando el uso de Geomallas.	El uso de Geomallas biaxial reduce las fallas en los pavimentos de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2020	Variable Dependiente: Refuerzo de pavimento	Ensayos de Mecánica de Suelos	Ensayo de limite atterberg	Diseño de la investigación: experimental
					Ensayo del CBR	
Ensayo de análisis granulométrico por tamizado						
Ensayo de Proctor Modificado						
Clasificación de suelos(AASHTO)						
Clasificación de suelos (SUCS)						
PE.3 ¿De qué manera el uso de Geomallas biaxiales influirá en la durabilidad del pavimento flexible en la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2020?	Identificar cuál sería la durabilidad del pavimento aplicando el uso de Geomallas Biaxiales.	El uso de Geomallas biaxial influye en la durabilidad del pavimento de la Av. ferrocarril en el distrito de Villa María del Triunfo Lima-2020	Reducción de las fallas comunes en un pavimento flexible	Reducción de grietas ,baches y piel de cocodrilo.	Nivel : Descriptivo	

INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Código	FOR-LSR-MS-001
Revisión	3
Aprobado	CC-JJG
Fecha	1/01/2021

PROYECTO : "Uso de Geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos de la Av. Ferrocarril Distrito -Villa María del Triunfo -Lima 2020"

SOLICITANTE : Vargas Nuñez Jose Manuel

UBICACION : Av. Ferrocarril, distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima.

REGISTRO N° : -

Calicata : C-1 Muestreado por: WILL

Muestra : M-1 Ensayado por: CJRT

Profundidad : 1.50 m Fecha de ensayo: 7.05/2021

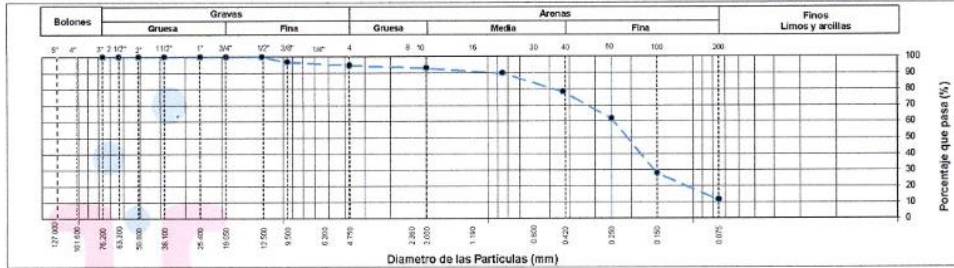
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
2 1/2"	63.500	100.00		Contenido Humedad (%)	4.5	
2"	50.800	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
1 1/2"	38.100	100.00		Límite Líquido (LL)	N.P	
1"	25.400	100.00		Límite Plástico (LP)	N.P	
3/4"	19.050	100.00		Índice Plástico (IP)	N.P	
1/2"	12.700	100.00		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)		
3/8"	9.530	96.91		Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
N° 4	4.750	94.86		5.1	83.4	11.5
N° 10	2.000	93.15		CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
N° 20	0.850	90.05		Clasificación SUCS (ASTM D2487)	SP - SM	
N° 40	0.430	78.52		Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (0)	
N° 60	0.250	61.80		Nombre del Grupo		
N° 100	0.150	27.97		Arena pobremente gradada con limo		
N° 200	0.075	11.48				

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: SP - SM Arena pobremente gradada con limo
ASTM 2486

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
- El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
- El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a
-

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
	Revisión	3
	Aprobado	CC-JJG
	Fecha	1/01/2021

PROYECTO : "Uso de Geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos de la Av. Ferrocarril Distrito -Villa María del Triunfo -Lima 2020"

SOLICITANTE : Vargas Núñez Jose Manuel
UBICACIÓN : Av. Ferrocarril, distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima.
REGISTRO N° : --

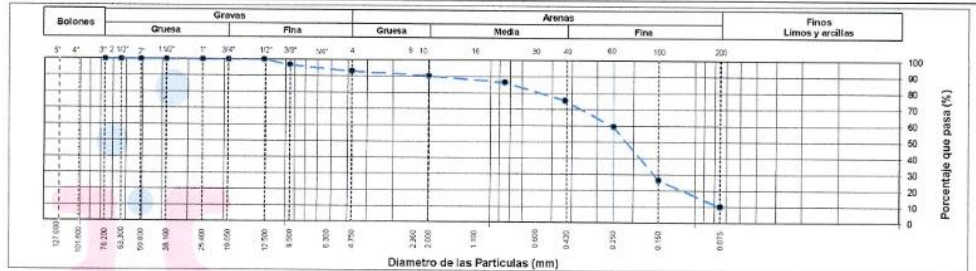
Calicata : C-2 **Muestreado por:** WILL
Muestra : M-1 **Ensayado por:** CJRT
Profundidad : 1.50 m **Fecha de ensayo:** 7/05/2021

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 5.0 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) N.P Límite Plástico (LP) N.P Índice Plástico (IP) N.P ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) Grava (%) 7.0 Arena (%) 82.9 Finos (%) 10.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) SP - SM Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-2-4 (0) Nombre del Grupo Arena pobremente gradada con limo
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	100.00		
3/8"	9.530	96.88		
N° 4	4.750	93.02		
N° 10	2.000	90.36		
N° 20	0.850	86.47		
N° 40	0.430	75.43		
N° 60	0.250	59.34		
N° 100	0.150	26.49		
N° 200	0.075	10.12		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2485 SP - SM Arena pobremente gradada con limo

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
 - 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5 °C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
 - 3) El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a
 - 4)

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG / OIA N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
	Revisión	3
	Aprobado	CC-JJG
	Fecha	1/01/2021

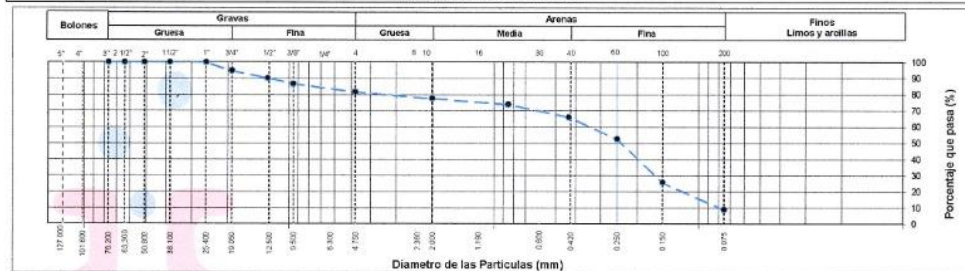
PROYECTO : "Uso de Geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos de la Av. Ferrocarril Distrito -Villa María del Triunfo -Lima 2020"
SOLICITANTE : Vargas Núñez Jose Manuel
CÓDIGO : --
UBICACIÓN : Av. Ferrocarril, distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima.
REGISTRO N° : --
Calicata : C-3 **Muestreado por:** WILL
Muestra : M-1 **Ensayado por:** CJRT
Profundidad : 1.50 m **Fecha de ensayo:** 7/05/2021

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 5.1	
2 1/2"	63.500	100.00			
2"	50.800	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) N.P Limite Plástico (LP) N.P Indice Plástico (IP) N.P	
1 1/2"	38.100	100.00			
1"	25.400	100.00			
3/4"	19.050	94.76		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) Grava (%) 18.5 Arena (%) 72.5 Finos (%) 9.0	
1/2"	12.700	90.08			
3/8"	9.530	86.60			
N° 4	4.750	81.46		CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) SP - SM Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-3 (0)	
N° 10	2.000	77.55			
N° 20	0.850	73.89		Nombre del Grupo Arena pobremente gradada con limo y grava	
N° 40	0.430	66.09			
N° 60	0.250	52.59			
N° 100	0.150	25.67			
N° 200	0.075	9.00			

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: SP - SM Arena pobremente gradada con limo y grava
ASTM 2488

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
 - 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5 °C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
 - 3) El método de ensayo empleado para el Limite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 ± 5 °C.
 - 4) El método de ensayo empleado para el Limite Plástico es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 ± 5 °C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



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

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. O.P. N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

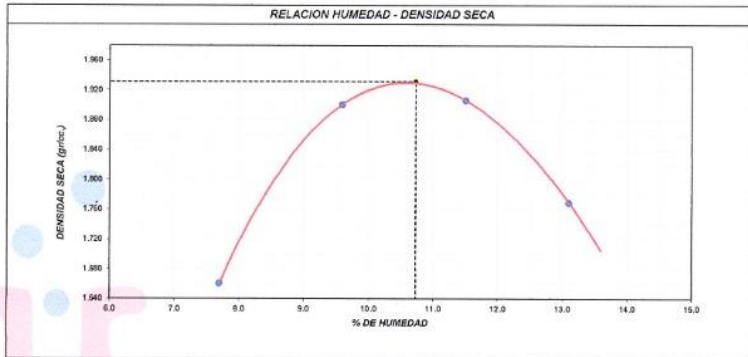
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Vargas Niñez, Jose Manuel		
PROYECTO	: "Uso de Geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos de la Av. Ferrocarril Distrito - Villa María del Triunfo - Lima 2020"		
UBICACIÓN	: Av. Ferrocarril, distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima.		
CALCATA	: C-1	Fecha de ensayo:	07/05/2021
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

Volumen Molde	937	cm ³
Peso Molde	38,26	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,502	5,778	5,818	5,701	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,676	1,952	1,992	1,875	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,789	2,083	2,126	2,001	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	562.0	577.0	577.0	529.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	521.8	528.5	517.5	487.7	
Peso de la Tara	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso del agua	gr.	40.2	50.5	59.5	61.3	
Peso del suelo seco	gr.	522	526	517	488	
Contenido de agua	%	7.7	9.6	11.5	13.1	
Densidad Seca	gr/cc	1.681	1.901	1.907	1.769	

Densidad Máxima Seca:	1.931	gr/cm ³	Contenido Humedad Optima:	10.7	%
------------------------------	-------	--------------------	----------------------------------	------	---



OBSERVACIONES:

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

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. C.º N.º 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	--	--

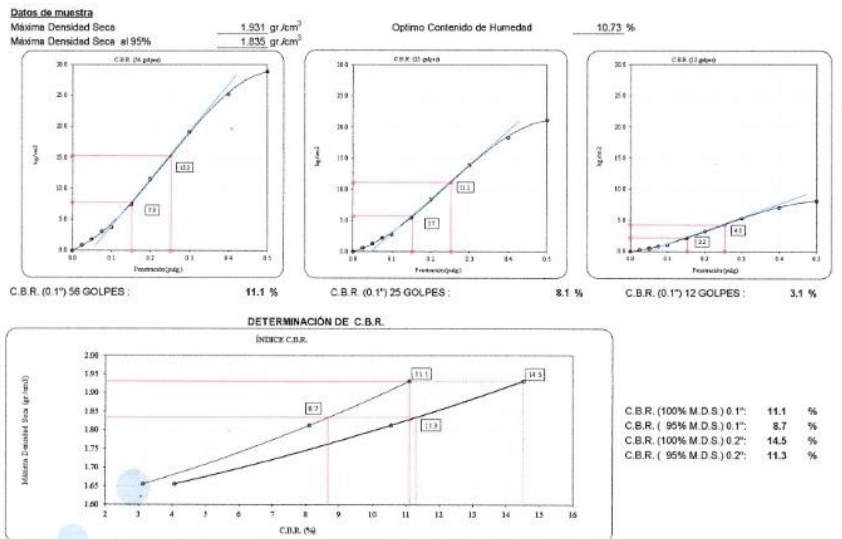
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	JJG
		Fecha	1/01/2021
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1893 / MTC E - 132			
REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Vargas Núñez Jose Manuel		
PROYECTO	"Uso de Geomallas biaxiales para el retuerzo de pavimentos de la Av. Ferrocarril Distrito - Villa María del Triunfo - Lima 2020"		
UBICACIÓN	Av. Ferrocarril, distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima.		
CALICATA	C-1	Fecha de ensayo	11-05-2021
MUESTRA	M-1		
PROFUNDIDAD	1.50 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	E	10	11										
Número de capas	5	5	5										
Número de golpes	55	25	12										
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	12.590		12.621		12.415								
Peso molde (gr.)	8.170		8.336		8.507								
Peso suelo compactado (gr.)	4.520		4.285		3.908								
Volumen del molde (cm ³)	2.123		2.135		2.135								
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.129		2.007		1.830								
Humedad (%)	10.6		10.7		10.6								
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.925		1.813		1.655								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	857.8		795.6		759.4								
Tara+suelo seco (gr.)	775.0		718.7		686.6								
Peso de agua (gr.)	82.2		76.9		72.8								
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	775.6		718.7		686.6								
Humedad (%)	10.6		10.7		10.6								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión mm	Expansión %	Dial							
9-May													
10-May													
11-May													
12-May													
NO EXPANSIVO													
PENETRACIÓN													
Penetración (suig.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 10				Molde N° 11							
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección				
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		17	0.9			12	0.6			5	0.2		
0.050		36	1.8			26	1.3			10	0.5		
0.075		60	3.0			43	2.2			17	0.8		
0.100	70.307	73	3.7	7.8	11.1	53	2.7	5.7	8.1	20	1.0	2.2	3.1
0.150		146	7.4			107	5.4			41	2.1		
0.200	165.490	228	11.6	15.3	14.5	166	8.4	11.1	10.6	64	3.2	4.3	4.1
0.300		378	19.2			276	14.0			106	5.4		
0.400		496	25.2			362	18.4			139	7.1		
0.500		559	28.6			416	21.1			159	8.1		


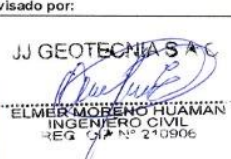

OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Vargas Núñez, Jose Manuel PROYECTO : "Uso de Geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos de la Av. Ferrocarril Distrito -Villa María del Triunfo -Lima 2020" UBICACIÓN : Av. Ferrocarril, distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima. CALICATA : C-1 Fecha de ensayo : 11-05-2021 MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 1.50 m			



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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	JJG
		Fecha	1/01/2021

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

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Vargas Núñez Jose Manuel		
PROYECTO	: "Uso de Geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos de la Av. Ferrocarril Distrito -Vila María del Triunfo -Lima 2020"		
UBICACIÓN	: Av. Ferrocarril, distrito de Vila María del Triunfo, provincia de Lima.		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 11-05-2021
MUESTRA	: M-1 + Geomalla biaxial		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

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

	Molde N° 12		Molde N° 13		Molde N° 14	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	96		29		12	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	13,053		12,891		12,335	
Peso molde (gr.)	8,510		8,807		8,449	
Peso suelo compactado (gr.)	4,543		4,284		3,886	
Volumen del molde (cm³)	2,140		2,137		2,129	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,123		2,005		1,825	
Humedad (%)	10,6		10,4		10,5	
Densidad Seca (gr./cm³)	1,921		1,818		1,692	

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Molde N° 12	Molde N° 13	Molde N° 14
Tara+suelo húmedo (gr.)	796,8	689,6	668,2
Tara+suelo seco (gr.)	684,9	624,6	595,7
Peso de agua (gr.)	71,9	65,0	62,5
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	684,9	624,6	595,7
Humedad (%)	10,5	10,4	10,5

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Molde N° 12		Molde N° 13		Molde N° 14	
			Dial	Expansión mm %	Dial	Expansión mm %	Dial	Expansión mm %
9-May								
10-May								
11-May								
12-May								

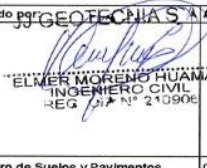

NO EXPANSIVO

PENETRACIÓN

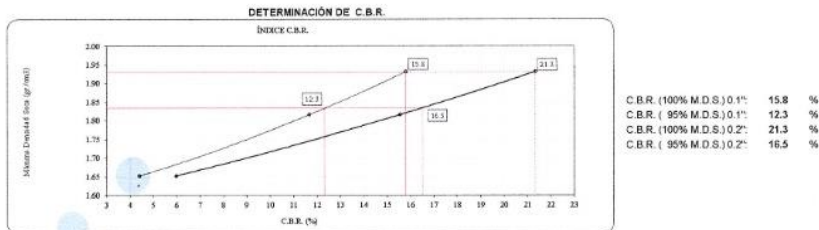
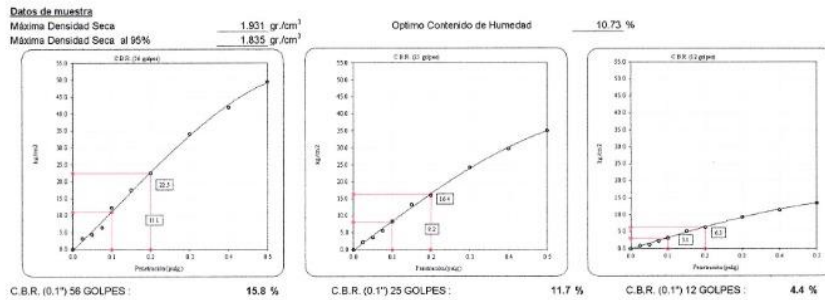
Penetración (svlg.)	Carga Standard (kg./cm²)	Molde N° 12				Molde N° 13				Molde N° 14			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		63	3.2			44	2.3			17	0.9		
0.050		84	4.3			71	3.6			23	1.2		
0.075		129	6.4			110	5.6			44	2.2		
0.100	70.307	243	12.3	11.1	15.8	165	8.4	8.2	11.7	63	3.2	3.1	4.4
0.150		345	17.5			263	13.3			101	5.1		
0.200	105.480	443	22.5	22.5	21.3	315	16.0	16.4	15.6	123	6.3	6.3	6.0
0.300		672	34.1			477	24.2			183	9.3		
0.400		826	42.0			587	29.8			225	11.4		
0.500		973	49.4			691	35.1			265	13.5		

OBSERVACIONES:


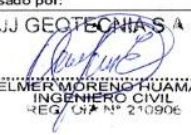

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Vargas Núñez Jose Manuel		
PROYECTO	: "Uso de Geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos de la Av. Ferrocarril Distrito -Villa María del Triunfo- Lima 2020"		
UBICACIÓN	: Av. Ferrocarril, distrito de Villa María del Triunfo, provincia de Lima.		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 11-05-2021
MUESTRA	: M-1 + Geomalla biaxial		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		



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

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	---	---

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07121 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-07

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC22016
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,01 g
Clase de Exactitud : I
Capacidad Mínima : 1 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 07121 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-143-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

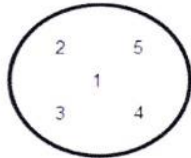
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	74 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 100,00	7	-2	1	2 200,000	2 199,99	2	-7
2		1 100,00	8	-3	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,99	2	-7	3		2 200,00	7	-2
4		1 100,00	7	-2	4		2 199,99	2	-7
5		1 100,00	8	-3	5		2 200,00	8	-3
6		1 100,00	9	-4	6		2 200,00	9	-4
7		1 100,00	8	-3	7		2 199,99	2	-7
8		1 099,99	3	-8	8		2 200,00	7	-2
9		1 100,00	8	-3	9		2 199,99	3	-8
10		1 099,99	2	-7	10		2 199,99	2	-7
Emáx - Emin (mg)				6	Emáx - Emin (mg)				7
error máximo permitido (±mg)				20	error máximo permitido (±mg)				30



Certificado de Calibración
TC - 07121 - 2021



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,2 °C
Humedad Relativa	73 %	72 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,100	0,10	5	0	700,000	700,01	7	8	8	20
2		0,10	6	-1		699,99	2	-7	-6	
3		0,10	7	-2		700,01	7	8	10	
4		0,10	6	-1		700,02	8	17	18	
5		0,10	5	0		700,01	6	9	9	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	72 %	73 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,100	0,10	4	1						
1,000	1,00	6	-1	-2	1,00	4	1	0	10
200,000	200,00	6	-1	-2	200,00	4	1	0	10
500,000	500,00	5	0	-1	500,00	4	1	0	10
800,001	800,00	4	0	-1	800,01	9	5	4	20
1 000,001	1 000,00	2	2	1	1 000,01	8	6	5	20
1 200,001	1 200,01	7	7	6	1 200,01	7	7	6	20
1 500,001	1 500,01	9	5	4	1 500,01	6	8	7	20
1 800,002	1 800,01	8	5	4	1 800,01	7	6	5	20
2 000,002	2 000,00	4	-1	-2	2 000,01	6	7	6	20
2 200,002	2 200,00	4	-1	-2	2 200,00	4	-1	-2	30

Donde:

I : Indicación de la balanza

ΔL : Carga adicional

Eo : Error en cero

R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)

E : Error del instrumento

Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida : $R_{\text{corregida}} = R - 6,84 \times 10^{-7} \times R$
 Incertidumbre Expandida : $U_R = 2 \times \sqrt{2,87 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 1,09 \times 10^{-10} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

La indicación de la balanza fue de 2 198,98 g para una carga de valor nominal 2200 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07122 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-05

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : YA501
N° de Serie : NO INDICA
Capacidad Máxima : 500 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 2 g
Procedencia : CHINA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 07122 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de METROIL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud M1	M-0235-2021 Feb 2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-5069-2020 Mayo 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

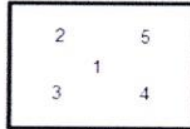
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,9 °C	23,1 °C
Humedad Relativa	75 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250	250,0	0,04	0,01	1	500	500,0	0,02	0,03
2		250,0	0,06	-0,01	2		500,0	0,03	0,02
3		250,0	0,05	0,00	3		500,0	0,04	0,01
4		250,0	0,04	0,01	4		500,0	0,04	0,01
5		250,1	0,06	0,09	5		500,1	0,08	0,07
6		250,0	0,06	-0,01	6		500,0	0,02	0,03
7		250,0	0,04	0,01	7		500,1	0,08	0,07
8		250,0	0,05	0,00	8		500,0	0,02	0,03
9		250,1	0,06	0,09	9		500,0	0,03	0,02
10		250,0	0,06	-0,01	10		500,0	0,03	0,02
Emax - Emin (g)		0,10			Emax - Emin (g)		0,06		
e.m.p. ± (g)		0,3			e.m.p. ± (g)		0,3		

Certificado de Calibración
TC - 07122 - 2021



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,1 °C	23,3 °C
Humedad Relativa	73 %	72 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1	1,0	0,06	-0,01	160	160,0	0,04	0,01	0,02	0,2
2		1,0	0,05	0,00		160,0	0,06	-0,01	-0,01	
3		1,0	0,04	0,01		160,0	0,07	-0,02	-0,03	
4		1,0	0,04	0,01		160,0	0,04	0,01	0,00	
5		1,0	0,06	-0,01		160,0	0,03	0,02	0,03	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,4 °C	23,1 °C
Humedad Relativa	72 %	74 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
2,00	2,0	0,07	-0,02	0,00	2,0	0,04	0,01	0,03	0,1
50,00	50,0	0,06	-0,01	0,01	50,0	0,04	0,01	0,03	0,1
100,00	100,0	0,04	0,01	0,03	100,0	0,06	-0,01	0,01	0,2
150,00	150,0	0,05	0,00	0,02	150,0	0,07	-0,02	0,00	0,2
200,00	200,0	0,06	-0,01	0,01	200,0	0,04	0,01	0,03	0,2
250,00	250,0	0,04	0,01	0,03	250,0	0,05	0,00	0,02	0,3
300,00	300,0	0,03	0,02	0,04	300,0	0,03	0,02	0,04	0,3
350,00	350,0	0,03	0,02	0,04	350,0	0,02	0,03	0,05	0,3
400,00	400,0	0,02	0,03	0,05	400,1	0,09	0,06	0,08	0,3
500,00	500,1	0,08	0,07	0,09	500,1	0,08	0,07	0,09	0,3

Donde:

I : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada
E : Error encontrado

Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} = R - 1,32 \times 10^{-4} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{3,25 \times 10^{-3} \text{ kg}^2 + 1,14 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 500,5 g para una carga de valor nominal 500 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-4374-2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESNA CBR

Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
N° Serie : NO INDICA
Intervalo de indicación : 5000 Kg
Resolución : 0,1 Kg

CELDA DE CARGA

Marca : Keli
Modelo : A-FED
Serie : 5X70836
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA
Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,9°C	20,1°C
HUMEDAD RELATIVA	43,0%	44,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (Kg)	Lectura Convencionalmente Verdadera (Kg)	Error (Kg)	Incertidumbre (Kg)
500,0	485,0	15,0	0,1
1000,0	974,5	25,5	0,1
1500,0	1437,5	62,5	0,1
2000,0	1945,3	54,7	0,1
2500,0	2464,6	35,4	0,1
3000,0	2965,3	34,7	0,1
3500,0	3465,7	34,3	0,1
4000,0	3945,5	54,5	0,1
4500,0	4435,8	64,2	0,1
5000,0	4946,3	53,7	0,1

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
 Marca : GEMMY
 Modelo : YC0-010
 N° de Serie : 510847
 Tipo de Ventilación : Turbulencia
 Procedencia : ALEMANIA
 Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
 Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
 Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

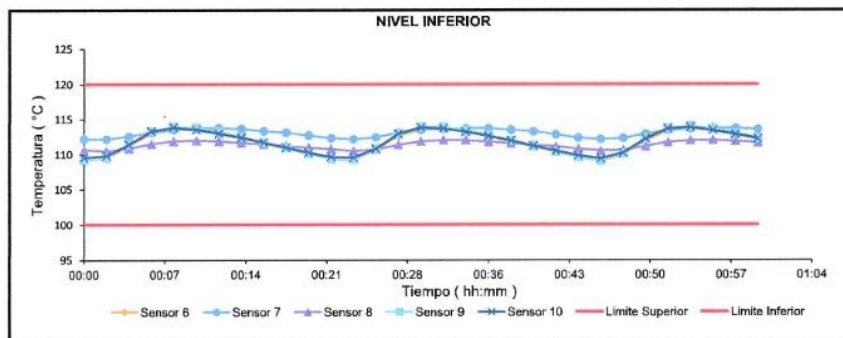
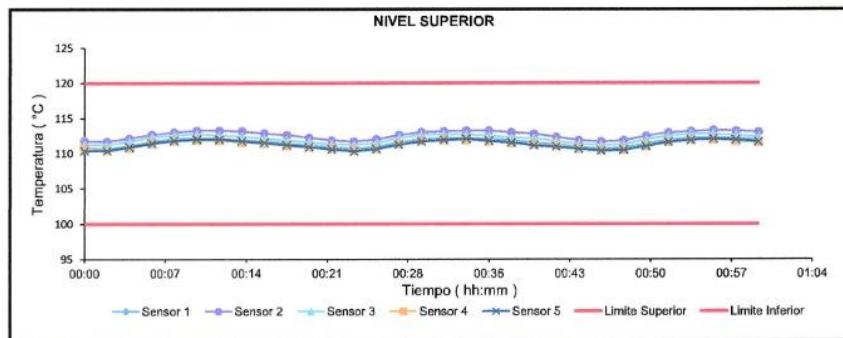
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE

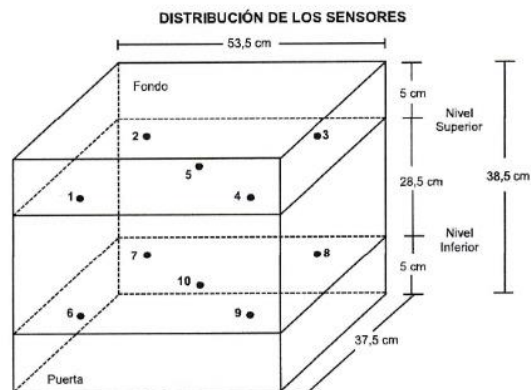
Tiempo (hh:mm)	Termómetro Homó (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ⁽¹⁾ (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,6	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T. PROM ⁽¹⁾	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T. MAX ⁽²⁾	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T. MIN ⁽³⁾	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4		
DTT ⁽⁵⁾	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4		

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.
Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

