



**Universidad César Vallejo**

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

Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la  
avenida 12 noviembre, San Juan De Miraflores, 2023.

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

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Castañeda Hermoza, Daniel Abel ([orcid.org/0000-0003-0832-2699](https://orcid.org/0000-0003-0832-2699))

Espino Colchado, Diego Alonso ([orcid.org/0000-0003-0251-8383](https://orcid.org/0000-0003-0251-8383))

**ASESOR:**

Mag. Alfaro Castellanos, Eduardo Luis ([orcid.org/0000-0003-0186-863X](https://orcid.org/0000-0003-0186-863X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA - PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto está dedicado en primer lugar, a nuestros padres por los grandes consejos, ya que, ellos siempre estuvieron a nuestro lado brindándonos el apoyo incondicional para poder ser grandes personas y profesionales, así como también como a mis seres queridos que ya no están con nosotros y que desde el cielo nos brindan su bendición, para poder cumplir todas nuestras metas y objetivos que nos proponemos durante la trayectoria de nuestra carrera.

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto está dedicado en primer lugar, a mi madre y hermano, quienes fueron los que nunca dudaron de mí y me apoyan en cada decisión que tomo. Un agradecimiento a mis familiares más cercanos que me impulsan a seguir superándome.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a mi madre, mis tíos, mis abuelos y todos los que me han apoyado a lo largo de este tiempo y que han estado incondicionalmente para apoyarme para poder cumplir mis metas personales y académicas.

En segundo lugar, dar un grato saludo para todos los docentes de mi centro de estudios en especial al ing. Eduardo Luis Alfaro Castellanos, ya que si no fuese por su sabiduría y experiencia nada de esto fuese posible.

Y finalmente a nuestros padres, por no dejarnos rendirnos durante el proceso de nuestra carrera profesional de la carrera ingeniería civil.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a mi madre, hermano y mi sobrina que son las personas a quienes más amo, son los que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir mis objetivos personales y académicos.

En segundo lugar, dar gracias a todos los Ingenieros de la Universidad por guiarnos en todos estos años que hemos venido formándonos como profesionales, ya que durante el transcurso de la carrera nos enseñaron y orientaron para poder cumplir nuestras metas académicas.

Y finalmente dar un agradecimiento a mis compañeros de la carrera y futuros colegas con los cuales pasamos momentos bonitos y amargos, pero sobre todo con positivismo y con muchas ganas de salir adelante.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, ALFARO CASTELLANOS EDUARDO LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "

Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2023.

", cuyos autores son ESPINO COLCHADO DIEGO ALONSO, CASTAÑEDA HERMOZA DANIEL ABEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 14 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ALFARO CASTELLANOS EDUARDO LUIS <b>DNI:</b> 43285972 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0186-863X	Firmado electrónicamente por: EALFAROCA el 14- 12-2023 17:32:30

Código documento Trilce: TRI - 0696915



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CASTAÑEDA HERMOZA DANIEL ABEL, ESPINO COLCHADO DIEGO ALONSO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "

Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

---

#### **Nombres y Apellidos**

<p>ESPINO COLCHADO DIEGO ALONSO <b>DNI:</b> 74574678 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0251-8383</p>	<p><b>Firma</b> Firmado electrónicamente por: DAESPINOE el 21-12-2023 20:12:04</p>
--	--

<p>CASTAÑEDA HERMOZA DANIEL ABEL <b>DNI:</b> 72724708 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0832-2699</p>	<p>Firmado electrónicamente por: DCASTANEDAH el 16- 12-2023 00:09:54</p>
---	--

Código documento Trilce: INV - 1468846

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE LOS AUTORES .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	17
3.1. Tipos y diseño de investigación .....	17
3.2. Variables y operacionalización .....	18
3.3. Población, muestra y muestreo .....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	20
3.5. Procedimientos .....	20
3.6. Métodos de análisis de pago .....	20
3.7. Aspectos éticos .....	21
IV. RESULTADOS .....	22
V. DISCUSIÓN .....	37
VI. CONCLUSIONES .....	41
VII. RECOMENDACIONES .....	43
REFERENCIAS	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura típica del pavimento flexible.....	12
Figura 2: Aplicación de geomallas.....	13
Figura 3: Según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N° 058-2003-MTC) .....	15
Figura 4: Rangos de Clasificación del PCI.....	15
Figura 5: Periodo de Diseño en función del tipo de carretera.....	16
Figura 6: Apunte del conteo vehicular.....	23
Figura 7: Falla por hundimiento de 5cm.....	29
Figura 8: Falla de agrietamiento en bloque.....	29
Figura 9: Módulo de elasticidad ante la carga establecida.....	30
Figura 10: Deformación tangencial vs Esfuerzo de corte.....	31
Figura 11: Esfuerzo normal vs Esfuerzo de corte.....	32
Figura 12: Ensayo de valor de soporte de california (56 golpes) .....	33
Figura 13: Ensayo de valor de soporte de california (25 golpes) .....	33
Figura 14: Ensayo de valor de soporte de california (10 golpes) .....	34
Figura 15: Curva de la Máxima densidad Seca vs CBR.....	34
Figura 16: Ensayo de valor de soporte de california (56 golpes) .....	35
Figura 17: Ensayo de valor de soporte de california (25 golpes) .....	35
Figura 18: Ensayo de valor de soporte de california (10 golpes) .....	36
Figura 19: Comparativo del CBR con nuestro antecedente 1.....	37



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Conteo vehicular por una semana .....	22
Tabla 2. Tasa de crecimiento según el tipo de vehículo .....	22
Tabla 3. Cálculo de numero ESAL para el diseño .....	23
Tabla 4. Evaluación superficial del pavimento flexible .....	27
Tabla 5. Rangos según el manual del PCI .....	28
Tabla 6. Análisis del módulo de elasticidad patrón y empleando geomallas biaxiales .....	30

## RESUMEN

La presente investigación titulada: “Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2023” tiene como objetivo principal determinar la capacidad de carga del pavimento flexible en la base al incorporar geomallas biaxiales para reforzar la av. 12 de noviembre de San Juan de Miraflores, 2023.

Presentando una metodología de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, diseño experimental y nivel explicativo. La población es la Av. 12 de noviembre ubicada en SJM 0+000 a 2+000 Km. Como muestra se sacó de la población que es la Av. 12 de noviembre de la progresiva 0+000 a 1+500 km.

Como resultado se determinó que el empleo de geomallas biaxiales influye positivamente en la base del suelo comparando del suelo sin empleo de geomallas biaxiales siendo un material adecuado para reforzar la base del pavimento flexible.

Como conclusión se tiene el emplear las geomallas biaxiales reduce los espesores del pavimento y costos para el requerimiento del material reduciría 243 m<sup>3</sup> de material en la capa de la base, 81 m<sup>3</sup> de la sub base y para la carpeta asfáltica 54 m<sup>3</sup> para el tramo de 1+500 Km.

**Palabras Claves:** Pavimento flexible, refuerzo, geomalla biaxial y CBR.

## ABSTRACT

The present research titled: “Analysis of flexible pavement using biaxial geogrids to reinforce Avenida 12 November, San Juan de Miraflores, 2023” has as its main objective to determine the load capacity of the flexible pavement at the base by incorporating biaxial geogrids to reinforce the avenue. . November 12, San Juan de Miraflores, 2023.

Presenting an applied methodology, with a quantitative approach, experimental design and explanatory level. The population is Av. 12 de November located in SJM 0+000 to 2+000 km. As a sample, the population was taken from Av. 12 de November from the progressive 0+000 to 1+500 km.

As a result, it was determined that the use of biaxial geogrids positively influences the soil base compared to the soil without the use of biaxial geogrids, being a suitable material to reinforce the base of the flexible pavement.

In conclusion, using biaxial geogrids reduces the thickness of the pavement and costs for the material requirement, it would reduce 243 m<sup>3</sup> of material in the base layer, 81 m<sup>3</sup> of the sub-base and for the asphalt layer 54 m<sup>3</sup> for the section of 1+500 km.

**Keywords:** Flexible Pavement, reinforcement, biaxial geogrid and CBR.

## I. INTRODUCCIÓN

Pérez (2020, pág. 18) nos dice: A nivel mundial las carreteras han sido las principales vías de acceso y conexión para el desarrollo social y económico de la humanidad, ya que al tener una red vial por donde transportarse se logra tener un mayor crecimiento, teniendo en cuenta que muchas de las redes viales construidas a lo largo de los años no se proyectaron adecuadamente para el gran crecimiento poblacional que han experimentado las urbes. El desempeño de un segmento de pavimento durante su vida útil es definido por el nivel de servicio o por la acumulación de daños a lo largo del tiempo.

Alimohammadi et al. (2020, pág. 1), nos mencionan que: Con el paso del tiempo, los efectos ambientales y la carga constante de los vehículos pueden llevar a que el pavimento pierda su firmeza y suavidad iniciales. Dos formas comunes en las que el pavimento se deteriora son el agrietamiento por fatiga y la formación de surcos. El agrietamiento por fatiga se manifiesta como una serie de grietas interconectadas que se asemejan al lomo de un caimán, mientras que el surco se refiere al desplazamiento permanente de la superficie a lo largo de la dirección de la rueda.

Robles L. (2021, p. 16) nos dice: En el Perú la tecnología en los últimos años ha resuelto variedades de problemas, como por ejemplo en la ingeniería que se encuentra en diferentes ramas, como en edificios, saneamiento o infraestructura vial, el uso de esta tecnología se da generalmente cuando es necesario perfeccionar el costeo y la duración al llevar a cabo el proyecto.

Se buscó nuevas formas de mejorar la durabilidad del pavimento flexible, y en este caso Sharbaf y Ghafoori (2020, pág. 1) nos dicen que: Varios estudios han analizado el desempeño de las carreteras pavimentadas que han sido fortalecidas con geomallas. La eficacia de este tipo de refuerzo en pavimentos flexibles está determinada por diversos factores, como las características propias de la geomalla, la efectividad en la unión entre la geomalla y el agregado, el grosor de las capas asfálticas

y la base, la disposición de las geomallas, así como la resistencia y propiedades del suelo subyacente, la base de agregado y la composición del asfalto caliente. Se destaca un mayor beneficio del refuerzo con geomallas en pavimentos flexibles al emplear geomallas de mayor resistencia.

A su vez Orejon (2018, pág. 16) nos menciona que:

Las geomallas biaxiales están compuestas de un polímero capaz de incrementar la capacidad portante de un suelo. Esta geomalla nos permite obtener un confinamiento lateral, que es capaz de absorber la carga transmitida de los vehículos que transitan por el pavimento. Pero el diseño de este tipo de geomallas no se encuentra en el “Reglamento Nacional de Tránsito” (RNT).

En vista de lo anteriormente planteado se ha observado la necesidad de investigar una solución práctica, por eso se considera oportuno llevar a cabo la investigación correspondiente al Análisis de Pavimento Flexible empleando las geomallas biaxiales para el reforzamiento de la Avenida 12 noviembre de San Juan de Miraflores, 2023, que nos permita dar soluciones a los problemas evidenciados y aumentar su vida útil del pavimento.

Por tal motivo, nos hemos planteado el siguiente Problema General: ¿De qué manera influirá las geomallas biaxiales en la capacidad de carga en la base del pavimento Flexible en la Avenida 12 noviembre de San Juan de Miraflores, 2023?

según Moreno (2021, párr. 2) nos dice: la justificación social se refiere a cómo los trabajos de investigación en una tesis contribuyen a abordar las necesidades actuales y futuras de la sociedad, con la meta de elevar el bienestar de los individuos que residen en la zona bajo análisis.

Está basado en los resultados que obtendremos los cuales nos permitirán Analizar pavimentos flexibles con el uso de geomallas biaxiales, que ayudarán a mejorar las carreteras para los habitantes de la zona y el transporte urbano, siendo una vía con

mayor transpirabilidad y con mayor tiempo de durabilidad del pavimento por su mejor resistencia.

Para Samaniego (2022, párr. 17) nos dice: Es necesario fundamentar teóricamente un tema cuando está vinculado a una teoría específica. Esta forma de justificación busca generar un debate académico y reflexiones que enriquezcan el conocimiento sobre el tema en cuestión.

El presente estudio está Justificado Teóricamente porque, al mejorar el diseño del pavimento flexible con geomallas biaxiales, se pretende mejorar las condiciones mecánicas, la capacidad de carga y la vida útil. Permitiendo tener pocas deformidades en la estructura a medida que pase el tiempo. Por lo que la presente investigación enriquecerá el conocimiento nacional en cuanto al diseño de pavimentos flexibles con geomallas biaxiales y se recomendará su inclusión y su empleo en el RNT.

Para Alvarez (2019, pág. 2) La Justificación Metodológica Involucra la explicación de por qué se opta por la metodología propuesta, y es fundamental destacar la relevancia de su empleo en el estudio fue que se utilizaron métodos y procesos que facilitaron de manera exitosa el de poder desarrollar la investigación.

Se utilización artículos, tesis, revisas y entre otras informaciones para poder avalar nuestro proyecto y ayudarnos a tener mejor presentación del trabajo gracias a las citas obtenidas. El empleo de ensayos de laboratorio para poder comprobar nuestras hipótesis porque se necesitará de pruebas de campo para nuestro diseño de infraestructura vial siendo una investigación experimental.

Según la Editorial Etécé (2021, párr. 10) se trata de analizar cómo la investigación podría impactar la vida cotidiana de las personas o qué aplicaciones prácticas podría descubrir, proponer o evidenciar.

La Justificación Práctica de este estudio radica en su enfoque en el uso de geomallas biaxiales como refuerzo para el pavimento, el cual será analizado de manera adecuada. El diseño se llevará a cabo siguiendo el proceso AASHTO 93.

El Objetivo General que nos planteamos fue Determinar la capacidad de carga del pavimento flexible en la base al incorporar geomallas biaxiales para reforzar la av. 12 de noviembre de San Juan de Miraflores, 2023.

En base a lo anterior nos planteamos seis Objetivos Específicos en los cuales encontramos primero, Analizar el empleo de geomallas biaxiales en la base del pavimento flexible para reforzar su resistencia a la tracción, segundo, Analizar el empleo de geomallas biaxiales en la base del pavimento flexible para reforzar su resistencia al corte, tercero, Analizar el empleo de geomallas biaxiales en la base del pavimento flexible para reforzar su módulo de elasticidad, cuarto, Analizar como la resistencia a la compresión bajo carga axial influirá para reforzar la base del pavimento flexible al emplear geomallas biaxiales, quinto Analizar como el empleo de geomallas biaxiales en la deformabilidad para reforzar la base del pavimento flexible, y el sexto que es, Analizar como el empleo de geomallas biaxiales influye en el índice de CBR para reforzar la base del pavimento flexibles.

La Hipótesis General fue, Las geomallas biaxiales influirán en la capacidad de carga en la base del pavimento flexible en la av. 12 noviembre de San Juan de Miraflores, 2023.

Nos planteamos diferentes Hipótesis Especificas que se pueden dar al culminar el proyecto: Primero; Las geomallas biaxiales reforzarán el aumento de resistencia a la tracción en la base del pavimento flexibles. Segunda; Las geomallas biaxiales reforzarán el aumento de la resistencia al corte en la base del pavimento flexible. Tercera; Las geomallas biaxiales reforzarán el aumento del módulo de elasticidad en la base del pavimento flexible. Cuarta; Las geomallas biaxiales lograran influenciar en el aumento de la resistencia a la compresión bajo carga axial en la base del pavimento

flexible. Quinta; Las geomallas biaxiales lograran influenciar en la deformabilidad en la base del pavimento flexible y Sexta; Las geomallas biaxiales lograran influenciar el índice de CBR en la base del pavimento flexible.



## II. MARCO TEÓRICO.

Para este punto tuvimos que investigar antecedentes nacionales, Según Vargas J. (2021): El propósito principal para este estudio consistió en evaluar si la incorporación de Geomallas Biaxiales tiene un impacto positivo en el comportamiento mecánico de la Av. Ferrocarril, ubicada en el distrito de Villa María del Triunfo. Esta investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque experimental, con un enfoque cuantitativo y un enfoque aplicado. Se realizaron tres excavaciones con una distancia de 100 metros, y se tomaron muestras para analizar su granulometría y CBR. Los resultados revelaron un incremento del 6.8% en el valor de CBR en la segunda muestra cuando se implementó la Geomalla, lo cual indica una mejora en las características del suelo y mejor rendimiento del pavimento al recibir cargas en dos direcciones (biaxial). Se demostró que las Geomallas Biaxiales contribuye a reducir problemas comunes en el pavimento, como la formación de piel de cocodrilo, grietas y baches.

Acotando a la tesis Sicha, F. (2018): En este estudio se llevó a cabo la planificación, evaluación técnica y económica de la utilización de materiales geosintéticos en tres funciones específicas dentro del pavimento flexible. Se analizó el uso del geotextil perforado como una capa que separa el material granular y el suelo de base. A su vez se investigó el uso de un geotextil perforado no tejido como revestimiento para subdrenajes longitudinales, con el objetivo de proporcionar filtración. Además, se examinó la posibilidad de utilizar una geomalla triaxial como refuerzo para mejorar la eficiencia del pavimento en cuestión. Se basó en la norma AASHTO R-50, y utilizando la geomalla TX160 se utilizo para mejorar el pavimento. En términos porcentuales, se comparó el cambio en la capacidad de servicio del diseño con geomalla y el diseño convencional en el análisis técnico. Aunque el uso de la geomalla representó una mejora para el pavimento, se observó un incremento de más del 20% en la capacidad de servicio en los sectores 3 al 6. En los sectores 1 y 2, el diseño con geomalla tuvo una capacidad de servicio ligeramente superior al diseño convencional, aunque sin diferencias significativas. Posteriormente, se llevó a cabo un estudio económico que contrastó los precios de los materiales de ambos diseños, determinando que el uso de

geomalla generó un ahorro superior al 10% en relación al diseño inicial. Es esencial el uso de una sola capa de estabilizado para asegurar la correcta aplicación del geosintético. En resumen, el diseño de refuerzo con la geomalla TX160 permitió superar la utilidad del diseño convencional y se logró un ahorro económico significativo.

Acotando a lo anteriormente presentado Para Kari M. y Olortegui J. (2019): El principal objetivo es mejorar los espesores del pavimento para incrementar la capacidad de carga de la subrasante y prolongar la vida útil del pavimento. Se desarrolló un ejemplo práctico para ilustrar la metodología utilizada, que se clasifica como investigación descriptiva con un diseño aplicado. En conclusión, se confirmó que la incorporación de la Geomalla Triaxial fue efectiva en la construcción de pavimentos permite disminuir el grosor de las capas granulares hasta en un 33.33% en comparación con los pavimentos que no utilizan refuerzo. Esto conlleva a una reducción en el consumo de material granular, sin comprometer las características técnicas ni la capacidad de soporte de tránsito de las vías. Además, se ha llegado a la conclusión de que esta disminución en el espesor genera ahorros económicos significativos en términos de transporte y adquisición de material selecto, especialmente en suelos con un CBR relativamente bajo y altos costos asociados al material selecto de la base.

Al funcionar como antecedentes para poder investigar Hinostroza, M. y Hinosgar, A. (2018): nos dice que su principal objetivo es usar las geomallas para desarrollar un diseño de pavimento flexible que permitiera disminuir el grosor de las capas que conforman la estructura del pavimento. La metodología utilizada se basó en las normas AASHTO y se clasificó como investigación cuantitativa con un enfoque descriptivo-explicativo. El diseño de la investigación se llevó a cabo siguiendo el manual AASHTO R-50 y su conclusión es; Al simular el comportamiento de un pavimento flexible con distintas ubicaciones de la geomalla, se observó que al colocarla entre la subrasante y la base, se logra una disminución en la deflexión. Esto se debe a que la geomalla funciona como una capa separadora que evita que se mezclen los materiales granulares (base) y finos (subrasante), los cuales podrían alterar los materiales que

constituyen la estructura del pavimento flexible reforzado presentan una diferencia en los costos de construcción. Sin embargo, esta diferencia representa únicamente un 0,53% del costo total del proyecto, lo cual no constituye un ahorro significativo en términos porcentuales. No obstante, este diseño puede ofrecer una alternativa viable en áreas donde no se cuenta con suficiente material granular para utilizar como base o sub-base, además de contribuir a la reducción del impacto ambiental asociado a la explotación de canteras en el proyecto.

Encontramos los siguientes antecedentes internacionales, Para Han et al. (2020): Su principal objetivo es presenta un método acelerado para probar pavimentos y evaluar cómo las geomallas refuerzan los pavimentos flexibles. Se construyó una estructura de tres capas a gran escala, dividida en secciones: una sin refuerzo y dos con geomallas en la base a diferentes profundidades. El programa de pruebas se dividió en tres partes: pruebas de desempeño, pruebas de respuesta y evaluaciones forenses. Las pruebas de desempeño registraron la deformación permanente con el número de cargas, utilizando el deflectómetro de caída de peso para analizar las deflexiones y los módulos de pavimentos flexibles. Se excavaron áreas para estudiar los mecanismos de refuerzo. Los resultados mostraron que el uso de geomallas en la capa base redujo la deformación permanente y mejoró su módulo. Comparadas con la sección sin refuerzo, las secciones reforzadas presentaron una reducción significativa de la deformación permanente (entre un 13% y un 37%) y un aumento del módulo de la base reforzada (entre un 58% y un 78%). La movilización de las geomallas pudo limitar los movimientos laterales de las partículas, mejorando el comportamiento estructural y la distribución de tensiones en la subrasante. Estos hallazgos se confirmaron en la excavación del pavimento. Para un sistema de pavimento delgado, la colocación óptima de las geomallas fue en la interfaz base-subrasante en esta prueba y disposición de carga.

Han (2019) nos dice: Las geomallas se han vuelto cada vez más comunes en el fortalecimiento de la capa granular de base con el fin de mejorar el desempeño de los pavimentos flexibles. El objetivo principal se enfocó en explorar diversas interacciones

entre los agregados reforzados con geomallas a través de experimentos de laboratorio. Se examinaron los factores que inciden en el efecto de refuerzo y se descifraron los mecanismos involucrados. Inicialmente, se realizó el ensayo triaxial de carga repetida para evaluar la resistencia a la deformación vertical resiliente del agregado reforzado. No obstante, los resultados evidenciaron la ineficacia del ensayo para medir el efecto de refuerzo. Con el propósito de ahondar en la deformación resiliente lateral del agregado reforzado, se implementó un ensayo cíclico de cizallamiento a gran escala, que logró cuantificar de manera efectiva el impacto de las geomallas, introduciendo el término del módulo de cizallamiento resiliente de la interfaz. En una segunda fase, se estudió el comportamiento de cizallamiento en la interfaz del agregado reforzado mediante un ensayo directo de cizallamiento a gran escala. La relación de tamaño entre el agregado y la apertura de la geomalla influyó notablemente en las propiedades mecánicas y en los modos de falla de la interfaz. Se propuso una guía para optimizar la combinación de geomallas y agregados basada en estos resultados. En un tercer paso, se empleó un probador modificado de carga sobre rueda para analizar la deformación permanente del agregado reforzado. Se identificaron factores cruciales que afectan el efecto de refuerzo, evidenciando que incrementar la proporción de agregados efectivos y la resistencia a la tracción de las geomallas mejora dicho efecto. Se demostró que las geomallas triaxiales superan en desempeño a las biaxiales cuando sus resistencias a la tracción son similares, siendo este parámetro más influyente que la geometría de la abertura. Finalmente, se evaluaron los comportamientos de deformación resiliente y permanente de la base granular reforzada mediante pruebas a escala real para corroborar los resultados de laboratorio. Las pruebas comprendieron evaluaciones de rendimiento, respuestas y análisis de zanjas en el pavimento. Se demostró la necesidad de una deformación permanente suficiente para activar las geomallas, restringir el desplazamiento lateral de las partículas y mejorar la distribución de la tensión en la subrasante. Para sistemas de pavimentación con capas delgadas de superficie y base, la posición óptima de los geogrids se encontró en la interfaz entre la base y la subrasante.

Según Mestre E. (2021): nos dice que se propuso una metodología que incluyó el cálculo de ejes equivalentes proyectados a diez años, se realizaron diferentes cálculos y análisis con el propósito de mejorar la subrasante, incluyendo la determinación del CBR de diseño, el cálculo del módulo resiliente de diseño y el diseño de los espesores de material granular. Se exploraron diversas combinaciones de geotextil, geomalla triaxial y geocelda con geomalla biaxial con el objetivo de mejorar el soporte de carga del pavimento frente al tráfico. Se realizó una comparación de la deformación vertical por compresión en la subrasante antes y después de la implementación de las diferentes opciones de mejora estructural. Después de evaluar diferentes opciones, se determinó que la única solución que cumplía con los requisitos de soporte adecuado para las cargas de tráfico proyectadas durante un período de diez años era la utilización de una estructura compuesta por una geocelda de 0.28 metros de espesor, una geomalla biaxial con una resistencia de 19 kN/m y una capa superior de 0.30 metros de material granular. Las otras alternativas no ofrecieron soluciones satisfactorias que cumplieran con los criterios establecidos en el diseño, aunque pueden contribuir estructuralmente a la capa de soporte del pavimento. Las especificaciones detalladas del material granular utilizado se encuentran adjuntas al documento.

Para Deshmukh, Patel y Shahu (2021) nos dice: EL principal objetivo de este estudio es examina los diversos métodos de diseño que se emplean para la aplicación de geomallas en carreteras no pavimentadas. Se aborda de manera concisa la caracterización y las propiedades de las geomallas, necesarias para su efectiva implementación en pavimentos. Se detallan aspectos cruciales como la ubicación óptima en el pavimento, el número mínimo requerido, el coeficiente de interacción y los criterios de resistencia a la tracción de las geomallas. Además, se incluyen los resultados de trabajos experimentales, pruebas de laboratorio a pequeña escala y el desempeño en condiciones reales de pavimentos flexibles reforzados con geomallas.

Hasta el momento, no se dispone de una guía exhaustiva para el uso de geomallas en el refuerzo de pavimentos flexibles. La aplicación previa de geomallas en pavimentos

se ha basado mayormente en la experiencia práctica, estudios de campo, investigaciones de laboratorio y un número limitado de directrices disponibles. Este estudio ofrece una descripción detallada de los descubrimientos previos y las áreas de investigación que requieren mayor atención para futuros estudios en esta área.

Los autores Fatin F., Mohammed Y. et al (2021): Nos dicen que, en la actualidad, el mantenimiento y la reparación de infraestructuras viales son tareas fundamentales en la ingeniería vial debido a la creciente demanda de transporte por carretera. La investigación experimental actual se centra en realizar experimentos en laboratorio para comprender el comportamiento de la arena como subrasante bajo cargas dinámicas y su impacto en la flexibilidad del pavimento y la capa base. Se utiliza un tipo de geomalla SS2 para reforzar la interfaz entre la base y la subrasante. Las capas del pavimento se someten a cargas dinámicas armónicas con dos amplitudes de carga (10 y 15 kN) y dos frecuencias (0,5 y 1 Hz). Se miden las tensiones verticales en las capas del pavimento utilizando un sensor de tensión. Cuando se aplica la geomalla de refuerzo en el centro de la capa base, se observa una disminución de la tensión al aumentar la frecuencia y las amplitudes de carga, en un rango aproximado del 23% al 42%. La ubicación óptima para la geomalla es en el centro de la capa de piedra triturada, ya que produce un menor desplazamiento. En el caso de una capa de refuerzo en el centro de la capa base, tanto la tensión como el desplazamiento vertical disminuyen a medida que aumenta la frecuencia y las amplitudes de carga. Al colocar la geomalla entre la capa base y la subrasante, se puede lograr una disminución menor de la tensión y el desplazamiento vertical al aumentar la frecuencia y las cargas.

Según Deshmukh et al. (2021): El objetivo principal de este estudio se lleva a cabo un análisis numérico para la evaluación de pavimentos flexibles, tanto sin refuerzo como reforzados, para diferentes valores de índice de soporte de California (CBR) del suelo de subrasante y cargas de tráfico, utilizando el método robusto de elementos finitos basado en el software PLAXIS 2D. El comportamiento del suelo de base, sub-base y subrasante se ha simulado utilizando un modelo elástico lineal. En primer lugar, se validaron los resultados numéricos de la deformación vertical de la subrasante para el

pavimento sin refuerzo con los resultados obtenidos a partir del método mecanístico-empírico basado en el software IITPAVE. Este estudio se amplió con la inclusión de geomallas en la capa de base del pavimento flexible utilizando el modelo numérico validado. Los resultados obtenidos mostraron una mejora considerable en el valor del módulo de la capa base para el pavimento reforzado con geogrid en comparación con la sección sin refuerzo. Basándose en el valor mejorado del módulo de la capa base para el pavimento reforzado, se derivó el Factor de Mejora del Módulo para la geomalla. Este valor de Factor de Mejora del Módulo proporciona la correlación directa entre la rigidez de diferentes tipos de geomallas y el grosor de la capa base para el pavimento reforzado. A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se propone un catálogo de diseño para pavimentos reforzados con geomallas para diferentes combinaciones de carga de tráfico y valor de CBR de la subrasante. Además, este estudio se utilizó para investigar la mejora en la vida útil de la capa de pavimento reforzada en comparación con una capa sin refuerzo.

Teorías que hemos usado para este proyecto para el pavimento flexible empleando geomallas biaxiales como refuerzo, se necesitan las siguientes teorías:

Para la teoría de pavimento flexible nos apoyamos en la siguiente cita, Según Garzón y Hernández (2018) nos dicen: El pavimento flexible es un tipo de pavimento que se flexiona o se reflexiona según las cargas que lo atraviesen. Está compuesto por varias capas, incluyendo la subrasante, la subbase, la capa inferior y la capa superficial de asfalto, ambas con propósitos particulares (p. 5).



**Figura 1:** Estructura típica del pavimento flexible

Las geomallas biaxiales para Pavco (2023) nos dice: Las Geomallas Biaxiales son láminas de polipropileno bidimensionales que se utilizan para fortalecer estructuras como pavimentos. Estas geomallas son elaboradas mediante un proceso de extrusión y están diseñadas para tener una alta resistencia a la tensión y un elevado módulo de elasticidad. Su composición incluye nudos rígidos que permiten el confinamiento del material granular, lo que facilita la unión entre las diferentes capas del pavimento. Además, proporcionan un aumento en la fuerza que ejerce a la tensión de las capas de base en carreteras no pavimentadas y en pavimentos flexibles y rígidos. En resumen, las Geomallas Biaxiales son ideales para reforzar suelos y mejorar la estabilidad de las estructuras pavimentadas (parr 1).



**Figura 2:** Aplicación de geomallas.

Según la página Mantenimientos (2020) nos dice: Un mantenimiento se puede realizar en un año o menos, estos tipos de reparaciones pueden ser: Reparaciones manuales de áreas pequeñas dañadas se llevan a cabo para sustituir secciones del pavimento que presentan superficies lisas, impermeables y estructuralmente sólidas. El sellado de grietas es una técnica utilizada para evitar la entrada de agua superficial y otros materiales no deseados que pudiesen causar daños o contaminar la estructura del pavimento. La limpieza se realiza con el objetivo de mantener un drenaje adecuado en las carreteras, permitiendo que el agua fluya sin obstáculos a través de canales, cunetas, alcantarillas, bordillos, bóvedas, cajas y otras estructuras similares. Además, se llevan a cabo otras reparaciones para preservar en buen estado los distintos



componentes del pavimento, como las bolas, cabezas, hombros, y otros elementos (párr. 2).

Según el Martínez, Y, (2020, pág. 17) nos dice: El proceso de prueba utilizado para calcular un indicador de la resistencia de los suelos conocido como (CBR). Normalmente, esta evaluación se realiza en suelos preparados en entornos controlados de laboratorio, ajustados a condiciones específicas de humedad y densidad. No obstante, es posible realizarla de manera similar utilizando muestras íntegras tomadas directamente del lugar. Este procedimiento de prueba se emplea para analizar la fuerza esperada de la subrasante, subbase y materiales de base, lo cual abarca incluso materiales reciclados destinados a pavimentos en carreteras y pistas de aterrizaje. El valor de CBR derivado de esta evaluación es un componente esencial en diversos métodos de diseño de pavimentos flexibles.

Según el MANUAL DE CARRETERAS DEL MTC (2018, pág. 36): Al elegir el tipo de vehículo para el diseño, es importante considerar el tráfico que utiliza actualmente la carretera o la que la utilizará en el futuro. Por lo general, si hay una presencia significativa de vehículos pesados, esto influirá en las especificaciones del proyecto de la carretera. En consecuencia, el vehículo de referencia para el diseño suele ser el vehículo comercial rígido, como camiones y autobuses.

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70

<b>Ómnibus articulado (BA-1)</b>	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70/1.90 /4.00	3.10	12.80
<b>Semirremolque simple (T2S1)</b>	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00/12.50	0.80	13.70
<b>Remolque simple (C2R1)</b>	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30/0.80 /2.15/7.75	0.80	12.80
<b>Semirremolque doble (T3S2S2)</b>	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40/6.80 /1.40/6.80	1.40	13.70
<b>Semirremolque remolque (T3S2S1S2)</b>	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45/5.70/1.40 /2.15/5.70	1.40	13.70
<b>Semirremolque simple (T3S3)</b>	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40/11.90	2.00	1

**Figura 3:**

Según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N° 058-2003-MTC)

Según Vásquez L. (2002, pág. 2): nos dice: El PCI, representa el enfoque más completo para evaluar y calificar de manera objetiva tanto pavimentos flexibles como rígidos en los diversos modelos de gestión vial disponibles en la actualidad. La aplicación de este método es sencilla y no requiere de herramientas especializadas adicionales más allá de las que se detallan a continuación y que son parte integral del sistema. El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es una medida numérica que oscila desde cero (0), que indica un pavimento en un estado deficiente o en mal estado, hasta cien (100), que denota un pavimento en condiciones óptimas o perfectas.

#### **RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI**

<b>RANGO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
100-85	EXCELENTE
85-70	MUY BUENO
70-55	BUENO
55-40	REGULAR
40-25	MALO
25-10	MUY MALO
10-0	FALLADO

**Figura 4:** Rangos de Clasificación del PCI

Para SAENZ. K. (2019, pág. 7) nos dice que: La metodología AASHTO 93 nos permite diseñar la estructura de un pavimento flexible, donde podemos entender un numero estructural (SN) cuyo valor se encuentra relacionado con el tránsito y la confiabilidad de los datos y el CBR que nos permite correlacionar para poder definir con el Módulo Resiliente del suelo de apoyo. Esto nos permite establecer los espesores necesarios para que el pavimento sea capaz de soportar las cargas requeridas definidas.

<b>VÍAS DE DOS CARRILES Y DOS SENTIDOS</b>		<b>VÍAS DE DOS CALZADAS</b>					
		<b>DOS CARRILES POR SENTIDO</b>		<b>TRES CARRILES POR SENTIDO</b>		<b>MÁS DE TRES CARRILES POR SENTIDO</b>	
TPD<5 000	TPD>5 000	TPD<7000	TPD>70000	TPD<150 000	TPD>15 000	TPD<25 000	TPD>25 000
10	15	10	15	1 5	20	15	20

**Figura 5:** Periodo de Diseño en función del tipo de carretera

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Investigación aplicada (IA). Según la página Duoc U. (2023, párr. 1) menciona que: La IA busca resolver problemas específicos mediante la aplicación del conocimiento, con el objetivo de desarrollarse en el ámbito cultural y científico. Se enfoca en abordar necesidades prácticas y sociales. Busca enfrentar dilemas concretos o resolver obstáculos reales utilizando los fundamentos de la ciencia y la tecnología.

**Diseño de la Investigación:** Experimental. Para la página Tesis O. (2022, párr. 1) nos dice: La investigación experimental se refiere a un método científico de investigación en el cual se modifican una o más variables independientes y se observa cómo influyen en una o más variables dependientes para evaluar su impacto en estas últimas. Describe de manera efectiva la manipulación de variables independientes y cómo se estudia su influencia en las variables dependientes para medir su efecto.

**Nivel de investigación:** Según la página Técnicas I. (2023, párr. 1) menciona: La investigación explicativa se lleva a cabo cuando hay un problema que no ha sido suficientemente investigado previamente. Requiere establecer prioridades, elaborar definiciones operativas y desarrollar un modelo de investigación más completo. En esencia, es un enfoque de diseño de investigación que se enfoca en explicar los diferentes aspectos de un estudio. Su enfoque se centra en examinar una situación o problema específico con el propósito de explicar los patrones de relación entre variables.

### 3.2. Variables y operacionalización

- **Variables Dependiente: ANALISIS DEL PAVIMENTO FLEXIBLES**

**Definición conceptual:** Según Colana y Torres (2023, pág. 2) nos dice: El pavimento abarca aspectos que incluyen el factor tiempo, el volumen de tráfico, la selección de materiales para el pavimento, las propiedades del suelo de la subrasante, las condiciones climáticas, los detalles constructivos y los aspectos económicos a considerar.

**Definición operacional:** Según Shiyab A. (2007, pág. 280) nos dice; El pavimento flexible se forma debido a la flexión causada por las cargas del tráfico. Las capas del pavimento son esenciales para controlar el comportamiento de la carretera. El diseño de pavimentos flexibles implica recopilar datos del sitio y del tráfico, determinar la estructura del pavimento y evaluar los materiales utilizados. Se calculan espesores adecuados para cada capa y se ajusta el diseño según sea necesario mediante pruebas y análisis. Se hará Estudio de CBR del Terreno Natural, Evaluación del Estado Superficial del PF, Aplicación de GB en la base para el Diseño de PF y haremos compactaciones con golpes (con 12, 25 y 56).

- **Variable Independiente: EMPLEANDO GEOMALLAS BIAXIALES**

**Definición conceptual:** Según Caballero y Colchado (2022, pág. 34) mencionan que: Los materiales geosintéticos, que están compuestos principalmente de poliéster, polipropileno y/o polietileno de alta resistencia, desempeñan un papel fundamental al reforzar y estabilizar el suelo.

**Definición operacional:** Según Braja, D. (2016, pág. 2) nos dice: Las geomallas son comunes en la construcción de estructuras de retención de tierra como muros, pavimentos para distribuir cargas y otros usos. Una variante menos conocida, pero en aumento es el uso de geomallas en suelo reforzado.

Realización de marco de madera para los ensayos, Cortes en retazos de

60x60cm, Aplicación de GB en la base y se realiza la compactación con golpes de (12, 25 y 56).

### **3.3. Población, muestra, muestreo.**

#### **3.3.1 Población.**

Según la página Explorable (2023, párr. 1) menciona: “Una población en investigación se refiere a un conjunto claramente definido de individuos u objetos que comparten características similares.” Todos los miembros de dicha población generalmente comparten una característica o rasgo en común.” La población de nuestra Tesis se realizará en la Av. 12 de noviembre ubicada en SJM 0+000 a 2+000 Km.

- **Criterios de inclusión.**

- La población que se consideró en el criterio de inclusión fue el tramo total de la Av. 12 noviembre.
- El modelamiento del tramo mediante el uso del software CIVIL 3D.
- Estudio de suelo del tramo elegido.

- **Criterios de exclusión.**

- La población que se consideró en el criterio de exclusión fueron las zonas que no figuran en la Av. 12 de noviembre, como pases paralelos.

#### **3.3.2 Muestra.**

Para Tolentino K. (2021, Pág. 78) menciona que: La muestra Es un grupo representativo de personas que constituye una porción específica de una población que será objeto de estudio; se emplean métodos para seleccionar elementos de esta muestra. Esto involucran análisis numéricos, que son necesario realizar un censo de toda la población. Esto implica recolectar datos de cada individuo u objeto en la población de interés, en lugar de tomar una muestra más pequeña y representativa. En este la muestra se sacará de la población que es la Av. 12 de noviembre de la progresiva 0+000 a 1+500 km

### **3.3.3 Muestreo**

Según la página TESISYMÁSTERS (2023, párr. 5) menciona que: El método de muestreo no probabilístico por conveniencia se selecciona generalmente la muestra más accesible que nos convenga para la investigación [...]. En ocasiones, la población es tan extensa que resulta impracticable acceder a todos los individuos que la conforman. En estas situaciones, se suele utilizar un método de muestreo no probabilístico de esta naturaleza. El muestreo será no probabilístico y por conveniencia ya que tomaremos los datos que del tramo de la avenida que requiera de nuestra atención.

### **3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos**

Para Carrero E. (2023, párr. 4) nos dice: Estos métodos de recolección de datos forman parte de la metodología empleada para obtener la información necesaria en el estudio. Es importante tener en cuenta que la selección de las herramientas de recolección de datos debe estar en consonancia con el tipo de investigación que se está llevando a cabo. En la investigación la recolección de datos es importante, ya que gracias a la revisión de diferentes textos podemos mejorar los fundamentos y teorías para el proyecto de investigación.

### **3.5 Procedimiento:**

Elaboración de en un flujograma en Excel denominado “RUTA METODOLOGICA” Anexo 03.

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

Para Grandez L. y Maedas G. (2022, pág. 27), Se hace mención en la aplicación de métodos que nos facilitaran poder analizar los datos consiste en la combinación de diversos procedimientos que contribuyeron a la investigación, garantizando así la obtención de información confiable. En la investigación la metodología para el análisis de datos se estará empleando tablas y gráficos obtenido en el laboratorio.

### **3.7 Aspectos éticos**

Con el fin de asegurar la autenticidad de este estudio, se ha observado rigurosamente un compromiso ético, lo que implica el pleno respeto de los derechos de autor de los libros de referencia y materiales electrónicos fundamentales para la construcción de la base teórica.

Según La Resolución del Consejo Universitario N° 0470-2022-UCV indica que el Código de Ética tiene como objetivo mantener la credibilidad en la investigación al adherirse a estándares estrictos como la honestidad, la disciplina científica y la responsabilidad para garantizar la exactitud en las investigaciones científicas salvaguardando los derechos y el bienestar de los participantes en el proceso de investigación (párr. 4).

Resalta la importancia del Código de Ética en la investigación científica. Destaca cómo este código busca preservar la credibilidad en el campo científico al establecer estándares rigurosos, como la honestidad, la disciplina científica y la responsabilidad. La mención de la importancia de garantizar la precisión en las investigaciones es fundamental, ya que esto no solo fortalece la confianza en los resultados, sino que también protege los derechos y el bienestar de quienes participan en estos estudios.



#### IV. RESULTADOS.

En base al OE1:” Determinar el índice medio diario anual de la avenida 12 de noviembre”.

**Tabla 1.** *Conteo vehicular por una semana*

Día	Sentido	Vehiculos ligeros					Micro	Bus B2	Camiones Unitarios		
		Motos	Automovil	Pick Up	Combi Rural				C2	C3	C4
Lunes	Ida	35	8	7	9	4	9	6	35	8	
	Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Martes	Ida	26	8	5	7	4	7	4	26	8	
	Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Miercoles	Ida	18	9	6	4	2	10	4	18	9	
	Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jueves	Ida	15	8	4	6	8	5	5	15	8	
	Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Viernes	Ida	14	9	9	12	6	8	10	14	9	
	Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sabado	Ida	9	17	9	4	9	8	8	9	17	
	Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Domingo	Ida	26	12	6	8	10	6	9	26	12	
	Vuelta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Parcial	Ida	143	71	46	50	43	53	46	143	71	
IMDs	Ida	<b>20.43</b>	<b>10.14</b>	<b>6.57</b>	<b>7.14</b>	<b>6.14</b>	<b>7.57</b>	<b>6.57</b>	<b>20.42</b>	<b>10.14</b>	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.** *Tasa de crecimiento según el tipo de vehículo*

Vehiculos	TASA DE CRECIMIENTO	PERIODO	FACTOR DE CRECIMIENTO
LIGERO	2%	20	0.4
PESADO	4%	20	0.8

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2, se tomó dos tipos de vehículos según el Manual de transporte y comunicación (MTC) indica que para la tasa de crecimiento de tipo ligero es el 2% y de tipo pesado es el 4%.



**Figura 6:** Apunte del conteo vehicular

**Tabla 3.** Cálculo de numero ESAL para el diseño

Tipo de vehiculos	IMDs	IMDA	FACTOR CAMION (FC)	ESAL en el carril de diseño	FACTOR DE CRECIMIENTO	ESAL DISEÑO
Motos	20.43	7456.95	8.98	66973.97	0.4	26789.59
Automovil	10.14	3701.1	24.48	90602.93	0.4	36241.17
Pick Up	6.57	2398.05	24.48	58704.264	0.4	23481.7056
Combi Rural	7.14	2606.1	39.92	104035.512	0.8	83228.4096
Micro	6.14	2241.1	39.92	89464.712	0.8	71571.7696
B2	7.57	2763.05	39.92	110300.956	0.8	88240.7648
C2	6.57	2398.05	56.59	135705.6495	0.8	108564.5196
C3	20.42	7453.3	56.59	421782.247	0.8	337425.7976
C4	10.14	3701.1	56.59	209445.249	0.8	167556.1992
<b>total</b>				1287015.49		943099.9

Fuente: Elaboración propia

Determinamos el número para el diseño vial de **943099.9** para tener en consideración para el cálculo de los espesores del pavimento flexible.

**Hipótesis Nula (Ho):** El índice medio diario anual no influye en la avenida 12 de noviembre de San Juan de Miraflores e **Hipótesis Alterna (Ha):** El índice medio diario anual influye positivamente en la avenida 12 de noviembre de San Juan de Miraflores

De los resultados podemos observar que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis de la investigación planteada, Hipótesis alterna (Ha): El índice medio diario anual influye positivamente en la avenida 12 de noviembre de San Juan de Miraflores.

**En base al OE2: “Analizar como el empleo de geomallas biaxiales en la deformabilidad para reforzar la base del pavimento flexible”.**

**Diseño del pavimento flexible sin geomalla biaxial empleando el CBR valor del laboratorio = 28.6%, Periodo para 20 años, W18 = 943099.9**

### 1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	943099.9
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.5
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.842
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

### 2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a. CBR DE LA BASE GRANULAR	28.60
b. CBR DE LA SUB-BASE	28.60
c. CBR DE DISEÑO DE LA SUBRASANTE	9.78
a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KLb/pulg2)	30000.00
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (KLb/pulg2)	18000.00
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Lb/pulg2)	10995.32
<b>a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA</b>	
Concreto Asfáltico (a1)	0.400
Base granular (a2)	0.138
Subbase (a3)	0.127
<b>b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA</b>	
Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

## Cálculo de los espesores del pavimento

		D redondeado (pulg)	S*N		SN		D (cm)
D1	5.5000	<b>5.50</b>	2.4000	≥	2.2000	OK	13.75
D2	3.4783	<b>3.47</b>	2.8789	≥	2.6800	OK	8.68
D3	4.4184	<b>4.42</b>	3.5202	≥	3.2400	OK	11.05
<b>ALTERNATIVA</b>		<b>SNreq</b>	<b>SNresul</b>		<b>D1(cm)</b>	<b>D2(cm)</b>	<b>D3(cm)</b>
1		3.24	3.24		<b>13.75</b>	<b>8.68</b>	<b>11.05</b>
2		3.24	3.24		<b>8.75</b>	<b>15</b>	<b>21</b>

DISEÑO FINAL		
ESPEORES	PULGADAS	METROS
C.A.	3.50	0.09
BASE	6.00	0.15
SUB-BASE	8.40	0.21

## Diseño del pavimento flexible empleando geomalla biaxial empleando el CBR valor del laboratorio = 30.30%, Periodo para 20 años, W18 = 943099.9

### 1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	943099.9
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.5
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	<b>80%</b>
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.842
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

### 2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a. CBR DE LA BASE GRANULAR	30.30
b. CBR DE LA SUB-BASE	30.30
c. CBR DE DISEÑO DE LA SUBRASANTE	9.78
a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KLb/pulg2)	45000.00
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (KLb/pulg2)	36000.00
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Lb/pulg2)	10995.32

**a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA**

Concreto Asfáltico (a1)

Base granular (a2)

Subbase (a3)

**b COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA**

Base granular (m2)

Subbase (m3)

		D redondeado (pulg)	S*N		SN		D (cm)
D1	6.5000	<b>6.90</b>	2.7600	≥	2.6000	OK	17.25
D2	0.2899	<b>3.60</b>	3.2568	≥	2.8000	OK	9.00
D3	2.3874	<b>4.83</b>	3.8702	≥	3.5600	OK	12.08
<b>ALTERNATIVA</b>		<b>SNreq</b>	<b>SNresul</b>	<b>D1(cm)</b>	<b>D2(cm)</b>	<b>D3(cm)</b>	
1		3.56	3.87	<b>17.25</b>	<b>9.00</b>	<b>12.08</b>	
2		3.56	2.42	<b>7.42</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	

3DISEÑO FINAL		
ESPEORES	PULGADAS	METROS
C.A.	2.97	0.07
BASE	4.80	0.12
SUB-BASE	4.80	0.12

Determinando que al emplear las geomallas biaxiales en el pavimento flexible mejora su deformabilidad reduciendo los espesores del pavimento como se muestran en las tablas, pero presentando mayor resistencia ante la misma sobre carga W18.

**Hipótesis Nula (Ho):** Las geomallas biaxiales lograran no influenciar en la deformabilidad en la base del pavimento flexible e **Hipótesis Alterna (Ha):** Las geomallas biaxiales lograran influenciar positivamente en la deformabilidad en la base del pavimento flexible.

De los resultados podemos observar que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis de la investigación planteada, Hipótesis alterna (Ha): Las geomallas biaxiales logran influenciar positivamente en la deformabilidad en la base del pavimento flexible.

En base al OE3: “Determinar el estado superficial del pavimento flexible de la avenida 12 de noviembre”.

Tabla 4. Evaluación superficial del pavimento flexible

Nº	AREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTREO	TRAMO: AV. 12 DE NOVIEMBRE			m	PCI	CLASIFICACION
			PROGRESIVA					
			INICIAL	-	FINAL			
1	180.0	UM-01	00+000	-	00+100	6	Colapsado	
2	180.0	UM-02	00+100	-	00+200	39	Regular	
3	180.0	UM-03	00+200	-	00+300	42	Regular	
4	180.0	UM-04	00+300	-	00+400	54	Regular	
5	180.0	UM-05	00+400	-	00+500	16	Muy malo	
6	180.0	UM-06	00+500	-	00+600	46	Regular	
7	180.0	UM-07	00+600	-	00+700	54	Regular	
8	180.0	UM-08	00+700	-	00+800	68	Bueno	
9	180.0	UM-09	00+800	-	00+900	4	Colapsado	
10	180.0	UM-10	00+900	-	01+000	18	Muy malo	
11	180.0	UM-11	01+000	-	01+100	23	Muy malo	
12	180.0	UM-12	01+100	-	01+200	29	Pobre	
13	180.0	UM-13	01+200	-	01+300	61	Bueno	
14	180.0	UM-14	01+300	-	01+400	95	Excelente	
15	180.0	UM-15	01+400	-	01+500	48	Regular	
<b>PCI</b>						<b>40.20</b>	<b>Regular</b>	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.** Rangos según el manual del PCI

<b>RANGO</b>	<b>CLASIFICACION</b>
85-100	Excelente
70-85	Muy bueno
55-70	Bueno
<b>40-55</b>	<b>Regular</b>
25-40	Pobre
10-25	Muy malo
0-10	Colapsado

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados en la tabla 4 y la clasificación del manual en la tabla 5, se determinó el estado superficial del pavimento flexible de la avenida 12 de noviembre en un estado **REGULAR**.

**Hipótesis Nula (Ho):** El estado superficial del pavimento flexible no influye en la avenida 12 de noviembre e **Hipótesis Alternativa (Ha):** El estado superficial del pavimento flexible influye positivamente en la avenida 12 de noviembre.

De los resultados podemos observar que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis de la investigación planteada, Hipótesis alternativa (Ha): El estado superficial del pavimento flexible influye positivamente en la avenida 12 de noviembre.



**Figura 7:** Falla por hundimiento de 5cm



**Figura 8:** Falla de agrietamiento en bloque



**En base al OE4: “Analizar el empleo de geomallas biaxiales en la base del pavimento flexible para reforzar su módulo de elasticidad”.**

La fórmula emplear según el método Powell para calcular el módulo de elasticidad:

$$E = 17.6 (CBR)^{0.64} \text{ MPa}$$

Para el diseño patrón empleó el valor del laboratorio con un **CBR= 28.6%**

$$E = 17.6 (28.6)^{0.64} \text{ MPa}$$

$$E = 150.517 \text{ MPa}$$

Para el diseño empleando geomallas biaxiales el valor del laboratorio con un **CBR= 30.3%**

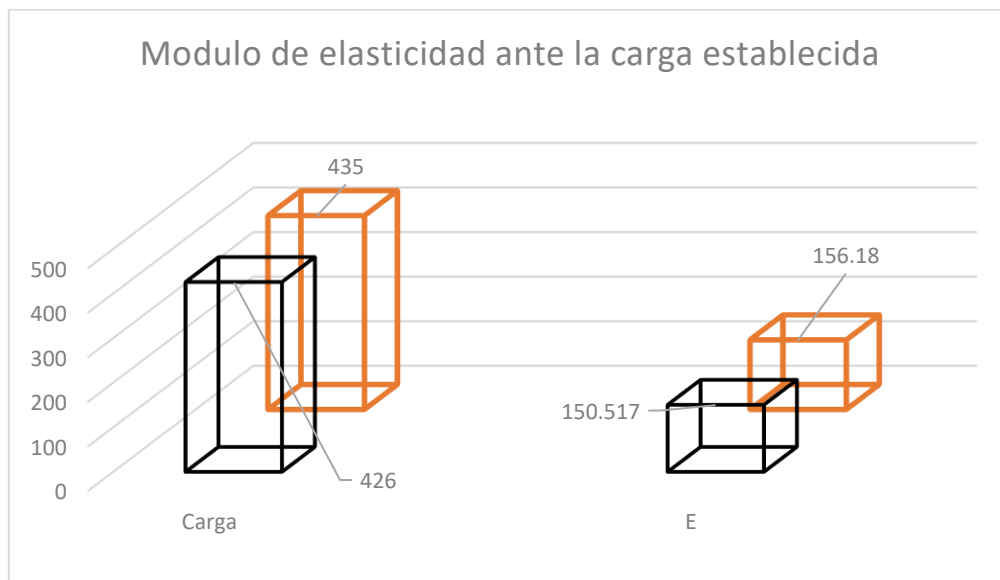
$$E = 17.6 (30.3)^{0.64} \text{ MPa}$$

$$E = 156.18 \text{ MPa}$$

**Tabla 6.** Análisis del módulo de elasticidad patrón y empleando geomallas biaxiales

Carga		Corrección		
Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	CBR	E
426	21.1	20.1	28.6	150.517
435	21.5	21.3	30.3	156.18

Fuente: Elaboración propia



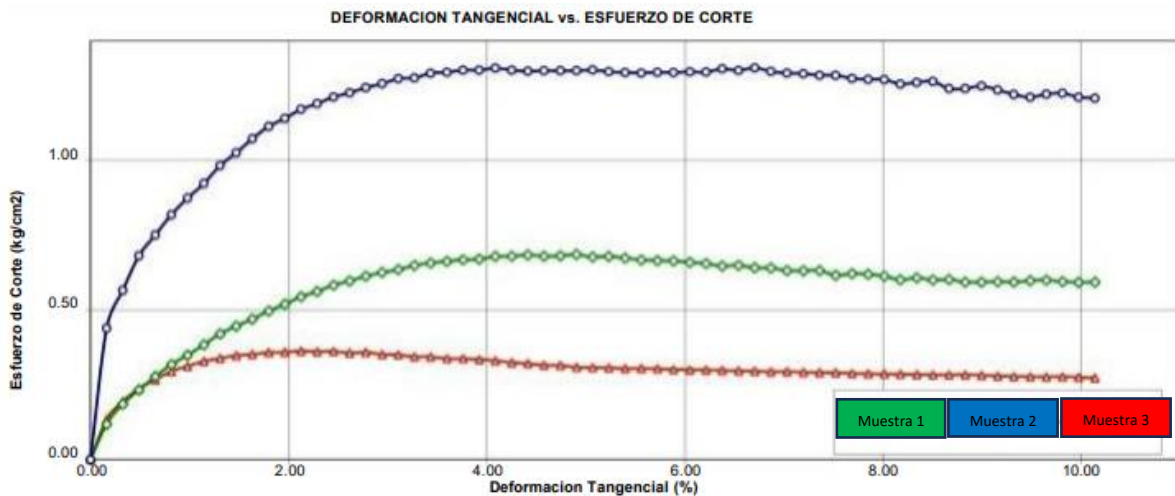
**Figura 9:** Módulo de elasticidad ante la carga establecida

Determinando que el módulo de elasticidad empleando geomallas biaxiales en la base supera al módulo de elasticidad patrón en un 3.76% para el método Powell.

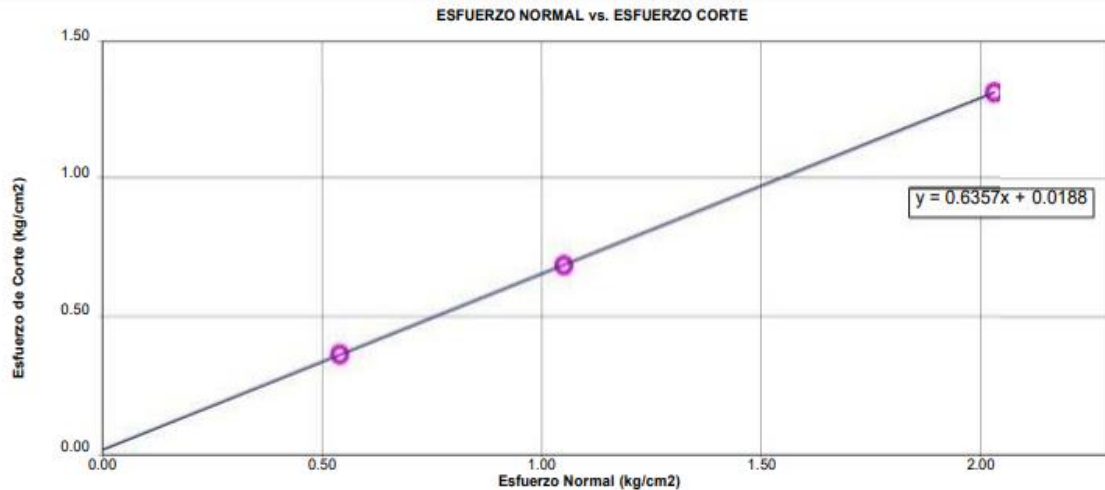
**Hipótesis Nula (Ho):** Las geomallas biaxiales no reforzarán el aumento del módulo de elasticidad en la base del pavimento flexible e **Hipótesis Alternativa (Ha):** Las geomallas biaxiales reforzarán el aumento del módulo de elasticidad en la base del pavimento flexible.

De los resultados podemos observar que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis de la investigación planteada, Hipótesis alternativa (Ha): Las geomallas biaxiales refuerzan el módulo de elasticidad en la base del pavimento flexible.

**En base al OE5: “Analizar el empleo de geomallas biaxiales en la base del pavimento flexible para reforzar su resistencia al corte”.**



**Figura 10:** Deformación tangencial vs Esfuerzo de corte



**Figura 11:** Esfuerzo normal vs Esfuerzo de corte

En base al ensayo a la resistencia al corte directo se obtuvieron los resultados de Angulo de fricción de  $26.5^\circ$  y una cohesión de  $0.03 \text{ kg/cm}^2$ . Presentando un incremento en la resistencia al corte empleando geomallas biaxiales.

**Hipótesis Nula (Ho):** Las geomallas biaxiales no reforzarán el aumento de la resistencia al corte en la base del pavimento flexible e **Hipótesis Alternativa (Ha):** Las geomallas biaxiales reforzarán el aumento de la resistencia al corte en la base del pavimento flexible.

De los resultados podemos observar que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis de la investigación planteada, Hipótesis alternativa (Ha): Las geomallas biaxiales refuerzan la resistencia al corte en la base del pavimento flexible.

En base al OE6: “Analizar como el empleo de geomallas biaxiales influye en el índice de CBR para reforzar la base del pavimento flexibles”.

Empleando el ensayo CBR al suelo sin empleo de geomallas biaxiales

- ✓ CBR (0.1”) a los 56 golpes alcanzó 28.6%

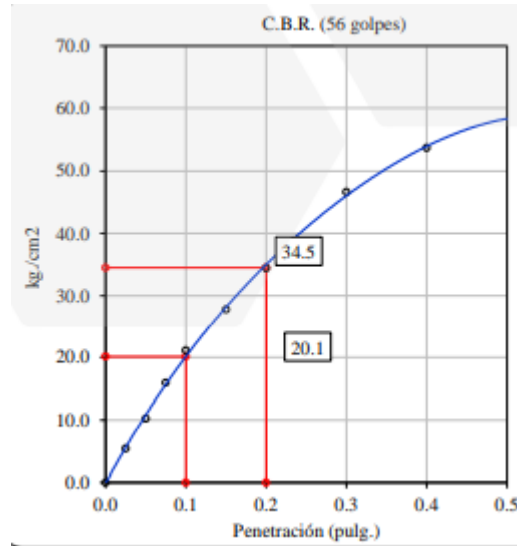


Figura 12: Ensayo de valor de soporte de california (56 golpes)

- ✓ CBR (0.1”) a los 25 golpes alcanzó 17.2%

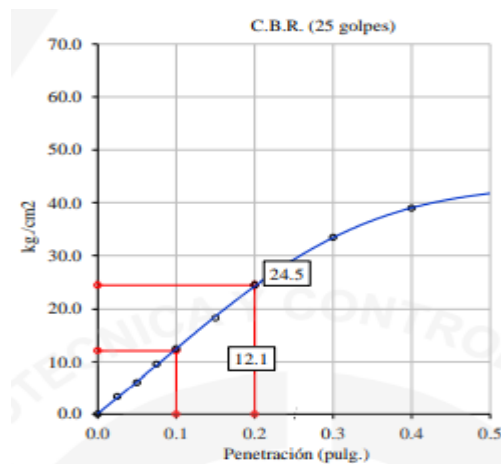
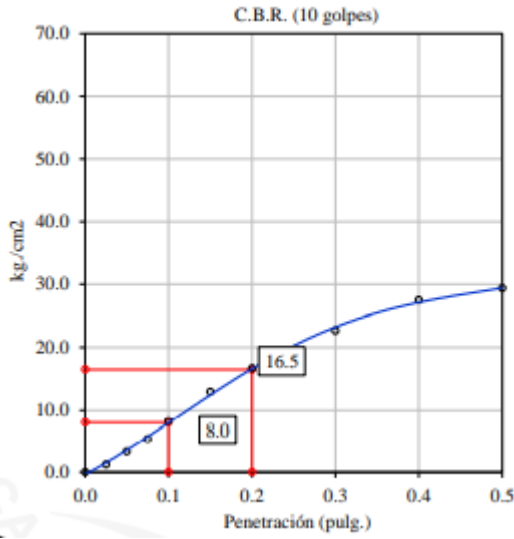
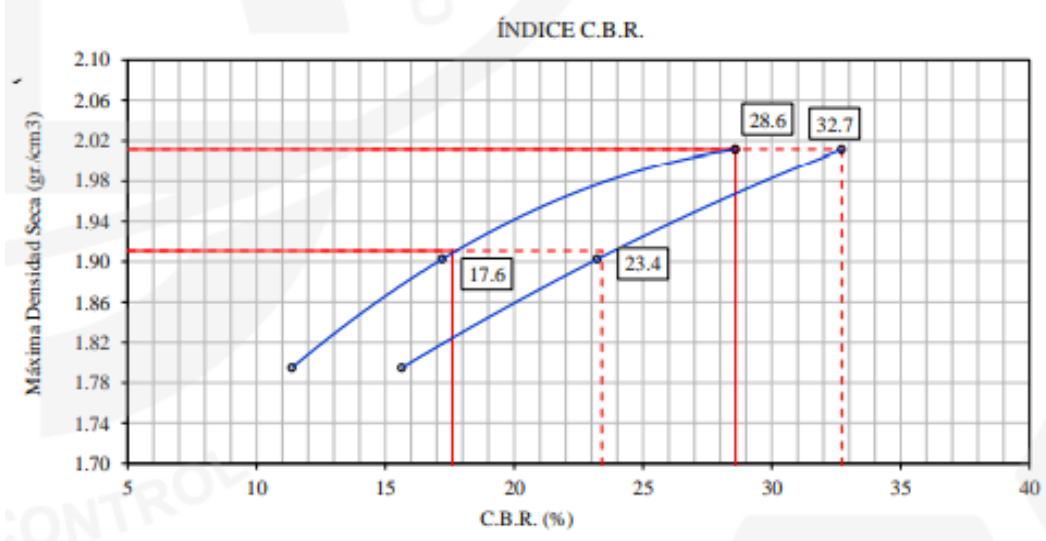


Figura 13: Ensayo de valor de soporte de california (25 golpes)

✓ CBR (0.1") a los 10 golpes alcanzó 11.4%



**Figura 14:** Ensayo de valor de soporte de california (10 golpes)



**Figura 15:** Curva de la Máxima densidad Seca vs CBR

Logrando:

- CBR (100% M.D.S) 0.1" = **28.6%**
- CBR (100% M.D.S) 0.2" = **32.7%**
- CBR (95% M.D.S) 0.1" = **17.6%**
- CBR (95% M.D.S) 0.2" = **23.4%**

Empleando el ensayo CBR al suelo empleando geomallas biaxiales

✓ CBR (0.1") a los 56 golpes alcanzó 30.3%

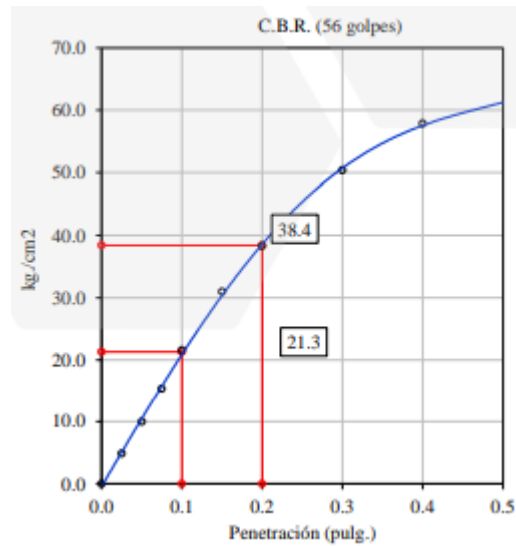


Figura 16: Ensayo de valor de soporte de california (56 golpes)

✓ CBR (0.1") a los 25 golpes alcanzó 19.1%

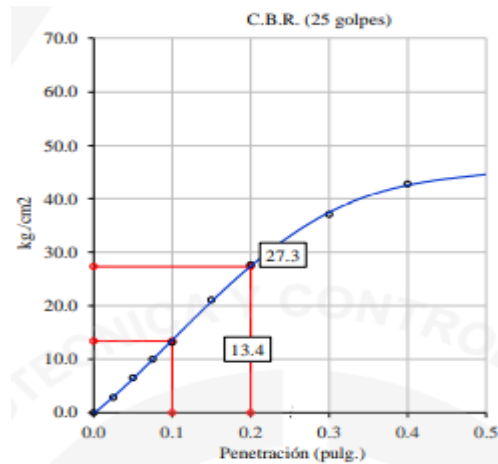
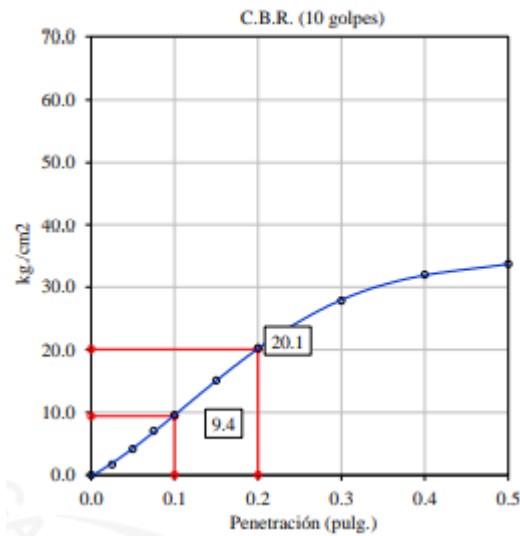


Figura 17: Ensayo de valor de soporte de california (25 golpes)

✓ CBR (0.1") a los 10 golpes alcanzó 13.4%



**Figura 18:** Ensayo de valor de soporte de california (10 golpes)

Logrando:

-CBR (100% M.D.S) 0.1" = **30.3%**

-CBR (100% M.D.S) 0.2" = **36.4%**

-CBR (95% M.D.S) 0.1" = **20.0%**

-CBR (95% M.D.S) 0.2" = **27.1%**

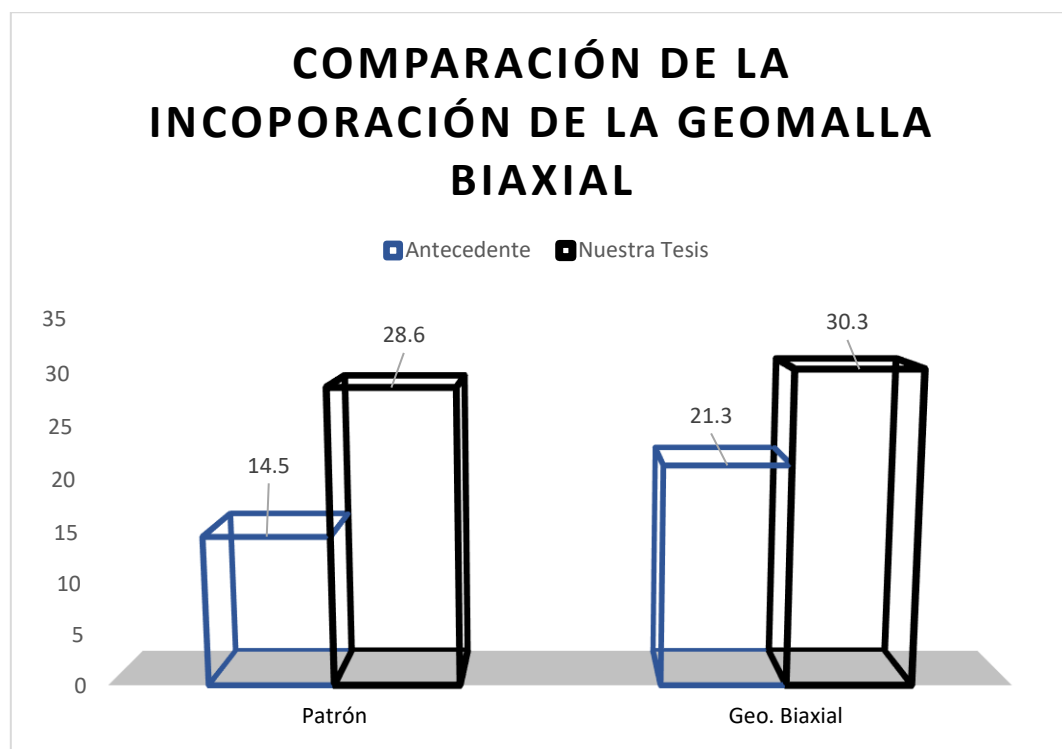
Determinando que el empleo de geomallas biaxiales influye positivamente en la base del suelo comparando del suelo sin empleo de geomallas biaxiales siendo un material adecuado para reforzar la base del pavimento flexible.

**Hipótesis Nula (Ho):** Las geomallas biaxiales no logran influenciar el índice de CBR en la base del pavimento flexible e **Hipótesis Alternativa (Ha):** Las geomallas biaxiales logran influenciar el índice de CBR en la base del pavimento flexible.

De los resultados podemos observar que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis de la investigación planteada, Hipótesis alternativa (Ha): Las geomallas biaxiales logran influenciar el índice de CBR en la base del pavimento flexible.

## V. DISCUSIÓN

Según Vargas J. (2021) en su investigación se buscó reforzar el pavimento incorporando geomallas biaxiales teniendo como resultados en su ensayo CBR del diseño patrón de 14.5% e incorporando las geomallas biaxiales obtuvo un CBR de 21.3%, obteniendo resultados favorables de un incremento hasta de 6.8%.



**Figura 19:** Comparativo del CBR con nuestro antecedente 1

En cuanto a nuestra investigación en la imagen se puede apreciar que nuestros resultados en el diseño patrón se obtuvo un CBR de 28.6% y empleando la geomalla biaxial un CBR de 30.3%, incrementando su diseño patrón en un 1.7%. Estando de acuerdo con lo que el autor menciona referente a la geomallas biaxiales que sirven para reforzar o mejorar las propiedades del suelo, ante una mayor carga de tránsito vehicular sería una opción su empleo para evitar a un corto plazo las fallas en el pavimento flexible o constantes evaluaciones para tratar de rehabilitar el diseño del pavimento por no cumplir los parámetros del estudio.



Según Kari M. y Olortegui J. (2019) su principal objetivo es mejorar los espesores del pavimento para incrementar la capacidad de carga de la subrasante y prolongar la vida útil del pavimento. Llegando a la conclusión, que la incorporación de la Geomalla Triaxial fue efectiva en la construcción de pavimentos permite disminuir el grosor de las capas granulares hasta en un 33.33% en comparación con los pavimentos que no utilizan refuerzo. Esto conlleva a una reducción en el consumo de material granular, sin comprometer las características técnicas ni la capacidad de soporte de tránsito de las vías. Además, a la disminución en el espesor genera ahorros económicos significativos en términos de transporte y adquisición de material selecto, especialmente en suelos con un CBR relativamente bajo y altos costos asociados al material selecto de la base.

Ante lo mencionado por Kari y Olortegui se buscó inicialmente reforzar el pavimento flexible incorporando en este caso las geomallas biaxiales a la base del pavimento flexible de la avenida 12 de noviembre ubicado en el Distrito de SJM, se realizó estudios de suelo presentando un suelo tipo SP perteneciendo un suelo arenoso pobremente gradada, pero incorporando las geomallas biaxiales se logró mejorar sus propiedades del suelo y en especial del CBR, y se puede evidenciar en los espesores del pavimento que inicialmente fueron del C.A de 9cm, de la base de 15 cm y sub base de 21 cm. Empleando la geomalla biaxial los espesores finales C.A de 7 cm, de la base de 12 cm y sub base de 12 cm. Soportando la misma cantidad de carga vehicular W18 pero al presentar un mejor CBR su capacidad de soportar mas carga ayudo a reducir sus espesores y su deformabilidad del pavimento flexible. Estando de acuerdo con lo mencionado por los autores en que la geomallas biaxiles reducen los espesores del pavimento y siendo una alternativa para refuerzo y reducción de costos ya que al reducirse en el pavimento de la avenida 12 de noviembre reduciría 84 m<sup>3</sup> de material en la capa de la base.

Según Mestre E. (2021) propuso una metodología que incluyó el cálculo de ejes equivalentes proyectados a diez años, se realizaron diferentes cálculos y análisis con el propósito de mejorar la subrasante, incluyendo la determinación del CBR de

diseño, el cálculo del módulo resiliente de diseño y el diseño de los espesores de material granular. Se exploraron diversas combinaciones de geotextil, geomalla triaxial y geocelda con geomalla biaxial con el objetivo de mejorar el soporte de carga del pavimento frente al tráfico. Después de evaluar diferentes opciones, se determinó que la única solución que cumplía con los requisitos de soporte adecuado para las cargas de tráfico proyectadas durante un período de diez años era la utilización de una estructura compuesta por una geocelda de 0.28 metros de espesor, una geomalla biaxial con una resistencia de 19 kN/m y una capa superior de 0.30 metros de material granular. Las otras alternativas no ofrecieron soluciones satisfactorias que cumplieran con los criterios establecidos en el diseño, aunque pueden contribuir estructuralmente a la capa de soporte del pavimento. Las especificaciones detalladas del material granular utilizado se encuentran adjuntas al documento.

Ante lo mencionado por el autor Mestre para realizar nuestro diseño del pavimento flexible, se debe iniciar con estudios básicos como el estudio del suelo que tipo de suelo presentar la avenida, el estado del pavimento mediante evaluaciones superficiales y estudio de tráfico. La cual en esta investigación se realizó el estudio de tráfico con un valor W18 de 943099.9, en la evaluación del pavimento presenta un estado regular con un valor según el PCI de 40.20. No estando a favor del autor que presenta un periodo de diseño a solo 10 años, por el tema de aumento de vehiculos al año y generan mas sobre carga por tal motivo el periodo de diseño se considero mínimo para 20 años. Siendo la única alternativa para propuesta del diseño del pavimento por los resultados favorables de mejora al emplearse las geomallas biaxiles en la capa de la base del pavimento flexible.

Según Hinostroza, M. y Hinosgar, A. (2018) su principal objetivo es usar las geomallas para desarrollar un diseño de pavimento flexible que permitiera disminuir el grosor de las capas de la estructura del pavimento emplearon para el diseño de la investigación el manual AASHTO R-50 y su conclusión es; Al simular el comportamiento de un pavimento flexible con distintas ubicaciones de la geomalla,

se observó que al colocarla entre la subrasante y la base, se logra una disminución en la deflexión. Esto se debe a que la geomalla funciona como una capa separadora que evita que se mezclen los materiales granulares (base) y finos (subrasante), los cuales podrían alterar los materiales que constituyen la estructura del pavimento flexible reforzado presentan una diferencia en los costos de construcción. Sin embargo, esta diferencia representa únicamente un 0,53% del costo total del proyecto, lo cual no constituye un ahorro significativo en términos porcentuales. No obstante, este diseño puede ofrecer una alternativa viable en áreas donde no se cuenta con suficiente material granular para utilizar como base o sub-base, además de contribuir a la reducción del impacto ambiental asociado a la explotación de canteras en el proyecto.

Ante lo mencionado por los autores Hinostraza y Hinosgar, discrepamos con lo mencionado viendo una reducción de las capas del pavimento al emplear las geomallas biaxiales llevando consigo la reducción de los costos ya que al reducirse en el pavimento de la avenida 12 de noviembre reduciría 84 m<sup>3</sup> de material en la capa de la base, 84 m<sup>3</sup> de la sub base y para la carpeta asfáltica 54 m<sup>3</sup> para el tramo de 1+500 Km.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 6.1.** Como conclusión del objetivo general se determinó la capacidad de carga al emplear geomallas biaxiales para reforzar la av. 12 noviembre, aumento en 1.7% en el CBR, ante la misma carga vehicular con respecto al diseño patrón, reduciendo los espesores y un aumento del módulo de elasticidad en 3.76%.
- 6.2.** Como primera conclusión se determinó el índice medio diario anual de la avenida 12 de noviembre mediante el conteo vehicular por una semana resultando 943099.9 siendo una avenida de alto tránsito por vehículos pesados.
- 6.3.** Como segunda conclusión se determinó que el empleo de las geomallas biaxiales refuerza la base del pavimento flexible reduciendo sus espesores en un inicio fueron carpeta asfáltica = 9 cm, base = 15 cm y sub base = 21 cm y al final se quedó carpeta asfáltica = 7 cm, base = 12 cm y sub base = 12 cm, concluyendo que la deformabilidad disminuye al emplear las geomallas biaxiales ante la misma carga vehicular.
- 6.4.** Como tercera conclusión se tiene que el pavimento flexible de la avenida 12 de noviembre presenta un estado superficial regular por presentar un resultado de 40.20 según el PCI indica el rango de 40-55 son pavimentos en estado regular, para lo cual se debe buscar reforzar el pavimento flexible para su pérdida por completo.

- 6.5.** Como cuarta conclusión se tiene que el emplear las geomallas biaxiales en la base del pavimento flexible mejora su módulo de elasticidad con respecto al terreno natural hasta un 3.76%.
- 6.6.** Como quinta conclusión se tiene que el emplear las geomallas biaxiales en la base del pavimento flexible refuerza positivamente referente a la resistencia al corte presentando un Angulo de fricción de  $26.5^\circ$  y una cohesión de 0.03 kg/cm<sup>2</sup>.
- 6.7.** Como última conclusión se tiene el emplear las geomallas biaxiales en la base del pavimento flexible influye positivamente en cuanto al CBR mejorando en un 1.7% reduciendo espesores del pavimento y costos para el requerimiento del material reduciría 243 m<sup>3</sup> de material en la capa de la base, 81 m<sup>3</sup> de la sub base y para la carpeta asfáltica 54 m<sup>3</sup> para el tramo de 1+500 Km.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 7.1.** Se recomienda la aplicación de geomallas biaxiales para avenidas donde se encuentren suelos malos o regular que su capacidad portante es muy baja por lo que este material está comprobado que mejora las características del suelo, preparándolo para su uso en proyectos de pavimentación futuros en condiciones óptimas.
- 7.2.** Se recomienda que, si en un proyecto necesite aplicar las Geomallas Biaxiales en todo el pavimento, evite dejar áreas sin cubrir con este material geosintético. La evidencia previa ha demostrado que la falta de cobertura completa conduce, con el tiempo, a problemas comunes como grietas y deformaciones similares a la piel de cocodrilo.
- 7.3.** Se recomienda que para futuros proyectos de investigaciones se debe realizar inicialmente estudios previos o básicos para tener en claro los problemas y sus características actuales para tener en consideración en su diseño y si es necesario reforzar, para aplicar las geomallas biaxiales al ser un material que influye positivamente para refuerzo.
- 7.4.** Se recomienda a las grandes empresas que ejecutan proyectos de pavimentos en provincia o lima, puedan hacer un reciclaje de las geomallas siendo muy escasas empresas que brindan los desechos o geomallas que sobran para su reutilización muchas lo desechan, por el motivo de que su costo por m<sup>2</sup> de la geomalla biaxial de 30 KN es de 2.35 dólares por m<sup>2</sup>, para aplicarse en avenidas donde presenten fallas estructurales.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### Bibliografía

- ABDULJABBAR, S., FATTAH, M., & JEBUR, F. (2021). Function and Application of Geogrid in Flexible Pavement under Dynamic Load. Baghdad, Iraq: University of Technology, Baghdad, Iraq. Obtenido de <https://www.iasj.net/iasj/download/0498c1d702faf9e2>
- AGUILAR, P. (2021). Influencia de la geomalla triaxial en el módulo de resiliencia de la subrasante para pavimentos flexibles-Puno 2020. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/63924>
- ALIMOHAMMADI, H., ZHENG, J., SCHAEFER, V., SIEKMEIER, J., & VELÁSQUEZ, R. (2020). *Evaluation of geogrid reinforcement of flexible pavement performance: A review of large-scale laboratory studies*. Iowa, ESTADOS UNIDOS. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214391220303597#preview-section-cited-by>
- ALVAREZ, A. (2019). *Justificación de la Investigación*. lima, lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10821/Nota%20Acad%C3%A9mica%205%20%2818.04.2021%29%20-%20%20Justificaci%C3%B3n%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=Justificaci%C3%B3n%20metodol%C3%B3gica%20Implic>
- ANYAIPOMA, M. (2019). Geomalla como reforzamiento en la reducción del espesor y mejoramiento de la resisencia de pavimento flexibles, en el Km.24 Puente Capelo- Chanchamayo.20219. Lima, Perú: Universida Cesar Vallejor. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47205>
- BANERJEE, S., SRIVASTAVA, M., MANÁ, B., & SHAHU, J. (2022). *A Novel Approach to the Design of Geogrid-Reinforced Flexible Pavements*. India. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s40891-022-00373-3>

- BAUTISTA, H., & QUISPE, E. (2022). Análisis comparativo entre el diseño de pavimento flexible tradicional y el pavimento flexible reforzado con geomallas, Moquegua, 2022. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104293>
- BECERRA, C., & LÓPEZ, J. (2021). DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO CON GEOMALLA BIAXIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO, TRAMO: SHAMBOYACU - SANTA ROSA – LOS ÁNGELES - PROGRESO -PICOTA – SAN MARTÍN. Tarapoto, Perú: Univerida Cientifica del Perú - UCP. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1929>
- BIBLIOTECA, I. Y. (2017). *¿Qué es una muestra y cómo se selecciona?* Obtenido de <https://biblioinfo.unan.edu.ni/?p=2888>
- BIBLIOTECAS, D. U. (2023). *Investigación Aplicada*. Obtenido de <https://bibliotecas.duoc.cl/investigacion-aplicada/definicion-proposito-investigacion-aplicada#:~:text=La%20Investigaci%C3%B3n%20Aplicada%20tiene%20por,d el%20desarrollo%20cultural%20y%20cient%C3%ADfico>.
- BRAJA, D. (2016). *Use of geogrid in the construction of railroads*. CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s41062-016-0017-8>
- CABALLERO, E. y. (2022). Diseño de un Pavimento Flexible utilizando geomalla como Refuerzo en la Subrasante para la infraestructura vial Parcoy - Llacuabamba, Pataz, 2022. Trujillo, Perú: Universidad Peruana del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/32575>
- COLANA, R. y. (2023). Diseño de pavimento flexible, empleando método AASHTO 93 para mejorar la transitabilidad vial en la calle San Donato , Moquegua, 2022. Huaraz, Perú: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/113008>
- COMISION NACIONAL DE ACREDITACION CNA, C. (2023). *Investigación Aplicada*. Chile: Bibliotecas Duoc Uc. Obtenido de <https://www.cnachile.cl/Paginas/investigacion.aspx>



- CUICAPUZA, J. (2022). Implementación de geomallas biaxiales para aumentar la capacidad de carga del pavimento flexible en la calle Miguel Grau Carabayllo – 2022. Lima, Perú: Universida Cesar Vallejo.
- DESHMUKH, R., PATEL, S., & SHAHU, J. (2017). *The Relevance of Geogrid Reinforcement in Flexible Road Pavement: A Review*. Springer, Singapore. Obtenido de [https://doi.org/10.1007/978-981-33-6466-0\\_31](https://doi.org/10.1007/978-981-33-6466-0_31)
- EQUIPO EDITORIAL, E. (5 de Agosto de 2021). "Justificación de una investigación". Obtenido de <https://concepto.de/justificacion-de-una-investigacion/>
- EXPLORABLE. (2023). *Población de la investigación*. Obtenido de <https://explorable.com/es/poblacion-de-la-investigacion>
- FATIN, F., MOHAMMED, Y., & AHMED, S. (2021). *Function and Application of Geogrid in Flexible Pavement under*. Baghdad, Iraq. Obtenido de <https://www.iasj.net/iasj/download/0498c1d702faf9e2>
- GALINDO, V., & GALVIS, M. (2018). Uso de Geosintéticos como Elemento de Refuerzo en Vías Terciarias no Pavimentadas. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca.
- GARZÓN, A., & HERNÁNDEZ, L. (2018). *DISEÑO DE UNA CARTILLA-GUIA ILUSTRATIVA DEL PROCESO*. Colombia. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5711/DISE%20DE%20UNA%20CARTILLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- GRANDEZ, L., & MUEDUS, G. (2022). Estabilización de suelo con geomalla en los accesos al puente Nina de la carretera Campo Verde-Nueva Requena, Coronel Portillo, Ucayali 2022. Ucayali, Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- HAN, B. (2019). *INVESTIGATING THE REINFORCEMENT EFFECT OF GEOGRIDS IN FLEXIBLE PAVEMENTS*. Estados Unidos. Obtenido de [https://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=7560&context=utk\\_graddiss](https://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=7560&context=utk_graddiss)
- HAN, B., POLACZYK, P., GONG, H., MA, R., MA, Y., WEY, F., & HUANG, B. (2020). *Accelerated Pavement Testing to Evaluate the Reinforcement Effect of*

- Geogrids in Flexible Pavements*. La Libertad, Estados Unidos. Obtenido de <https://doi.org/10.1177/0361198120935120>
- HINOSTROZA, M., & HINOSGAR A. (2018). *Diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para la reducción de la estructura del pavimento*. Ayacucho, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2784>
  - HUAMANI, F. (2021). *Instalación de la geomalla biaxial para mejorar las propiedades de la sub rasante de la Av. Amazonas- Pachacutec, Ventanilla*. Lima, Perú: Univesidad Cesar Vallejo.
  - INVESTIGACIÓN, T. D. (2023). *¿Qué es la investigación explicativa?* Obtenido de <https://tecnicasdeinvestigacion.com/investigacion-explicativa/>
  - JUSTINIANO, H. (2022). *Modelización numérica y Diseño de pavimento Flexible con Reforzamiento de Geomallas Biaxiales para la Reducción*. Ancash, Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
  - KARI, M., & OLORTEGUI, J. (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*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626363>
  - MANTENIMIENTOS.WIN. (2020). *Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos*. Obtenido de <https://mantenimiento.win/mantenimiento-y-rehabilitacion-de-pavimentos/>
  - MARTÍNEZ, Y. (2020). *ESTUDIO DE LA METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN DE ENSAYOS CBR EN SUELOS GRANULARES CON CONTENIDO DE FINOS MENOR AL 12%*. SANTIAGO DE CHILE, CHILE: UNIVERSIDAD DE CHILE.
  - MESTRE, E. (2021). *Aplicación de geosintéticos en vías terciarias: caso de estudio municipio de Carurú departamento del Vaupés*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/e345d5a7-c6bf-45c2-b5f9-f2f6a2e4d9b2>

- MINAURO, C., & ROJAS, A. (2020). Diseño estructural de pavimento flexible reforzado con geomallas biaxiales en la avenida Los Eucaliptos, Distrito de Lurín 2020. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- MIRANDA, E. (2019). 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. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- MORENO, E. (23 de Febrero de 2021). *Metodología de investigación, pautas para hacer tesis*. Obtenido de <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2021/02/justificacion-social.html#:~:text=En%20consecuencia%2C%20sobre%20la%20justificaci%C3%B3n,de%20la%20zona%20de%20estudio>.
- MTC. (2018). *MANUAL DE CARRETERAS*. LIMA, LIMA, PERÚ. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_1%20DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_1%20DG-2018.pdf)
- NAVARRO, E. (2019). Uso del geotextil Tipo NW024 en el Subdren de la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Abra Toccto - Vilcashuamán. Huancayo, Perú: Universidad Peruana Los Andes.
- ONLINE-TESIS. (26 de Julio de 2021). *INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL*. Obtenido de <https://online-tesis.com/tipos-de-investigacion-experimental/>
- OREJON, E. (2018). *Propuesta del mejoramiento de la subrasante de pavimentos flexibles usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo valor de Soporte California – distrito de Ahuac*. Huancayo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5165>
- PAVCO, W. (2023). *Geomallas Biaxiales*. Obtenido de <https://pavcowavingeosinteticos.com/geomallas-biaxiales/>
- PERALES, E., & OBLITAS, R. (2021). Aplicación de geomallas biaxiales en el refuerzo de pavimentos para mejorar el comportamiento mecánico del pavimento flexible de la avenida César Canevaro ubicado en el Distrito de San Juan de Miraflores, Provincia y Departamento de Lima. Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres.

- ROBLES, L. (2018). *Geomalla biaxial para optimizar base y subbase de pavimento flexible en la Av. Camino del Inca Izquierdo, distrito de Ventanilla en 2018*. Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24979>
- RODRIGUEZ, L. (2021). *Diseño Técnico Aplicando la Geomalla Biaxial Como Refuerzo de la Subrasante en Pavimentos Flexibles Tramo Tingo-Afaguero;Carhuaz 2021*. Huaraz, Perú: Universida Cesar Vallejo.
- SÁENZ, K. (2019). *Diseño de la estructura de pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93 para la vía aeropuerto El Edén - club campestre - Armenia en el departamento del Quindío en el k2+000 al k 6+100*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/32150>
- SAMANIEGO, G. (23 de Junio de 2022). *Cómo hacer la justificación de una investigación [ paso a paso]*. Obtenido de <https://miasesor detesis.com/como-hacer-la-justificacion-de-una-investigacion-paso-a-paso/>
- SHARBAF, M., & GHAFoori, N. (2020). *Laboratory evaluation of geogrid-reinforced flexible pavements*. Las Vegas, Estados Unidos. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666691X21000269#bib0042>
- SHIYAB, A. (2007). *Optimum Use of the Flexible Pavement Condition Indicators in Pavement Management System*. Perth, Australia. Obtenido de [https://espace.curtin.edu.au/bitstream/handle/20.500.11937/531/9396\\_Shiyab%20A%202007.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://espace.curtin.edu.au/bitstream/handle/20.500.11937/531/9396_Shiyab%20A%202007.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- SICHA, F. (2018). *Diseño con Geosintéticos para la Función de separación, Filtración y Refuerzo en Pavimentos Flexibles*. Lima, Perú: Universidad Católica del Perú. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/11730>
- TESISYMASTER. (2023). *¿Cómo y por qué realizar un muestreo no probabilístico?* Obtenido de <https://tesisymasters.mx/muestreo-no-probabilistico/>

- TODOSOBRETESIS. (2023). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos efectivos*. Obtenido de <https://todosobretesis.com/tecnicas-e-instrumentos-de-recoleccion-de-datos/>
- TOLENTINO, K. (2021). *Geomallas biaxiales para mejorar la subrasante de bajo valor de soporte californiana de un pavimento flexible*, Pucusana, 2020. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- VARGAS, J. (2021). *Uso de geomallas biaxiales para el refuerzo de pavimentos de la Av. Ferrocarril Distrito - Villa María del Triunfo - Lima 2021*. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86476>
- VÁSQUEZ, L. (2002). *PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS*. Medellín, Colombia. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- VIRTO, J. (2022). *Influencia del uso del Sistema Geomalla Biaxial en el espesor de la estructura de pavimentos rígidos sobre suelos cohesivos*. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.

# **ANEXOS**

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCI

MATRIZ DE CONSISTENCIA PROYECTO DE INVESTIGACION

Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2023.

TITULO	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2023.	¿De qué manera influirá las geomallas biaxiales en la capacidad de carga en la base del pavimento Flexible en la av. 12 noviembre de San Juan de Miraflores, 2023?	Determinar la capacidad de carga del pavimento flexible en la base al incorporar geomallas biaxiales para reforzar la av. 12 noviembre de San Juan de Miraflores, 2023.	Las geomallas biaxiales influirán en la capacidad de carga en la base del pavimento flexible en la av. 12 noviembre de San Juan de Miraflores, 2023.	--	--	--	ENFOQUE: Cuantitativa. TIPO DE INV: Aplicada. NIVEL: Explicativa DISEÑO: Experimental	CIVIL 3D MECANICA DE SUELOS LABORATORIO	
	PE1: ¿Cuál es el índice medio diario anual de la avenida 12 de noviembre?	OE1: Determinar el índice medio diario anual de la avenida 12 de noviembre.	HE1: El índice medio diario anual influye en la avenida 12 de noviembre de San Juan de Miraflores	VD: Análisis Pavimento Flexible	Ensayos no destructivos	Evaluaciones superficiales y cálculos empleando Manuales	--		NTP E.030 (identificar el suelo)
	PE2: ¿Cómo influirá el empleo de geomallas biaxiales en la deformabilidad de la base del pavimento flexible?	OE2: Analizar como el empleo de geomallas biaxiales en la deformabilidad para reforzar la base del pavimento flexible.	HE2: Las geomallas biaxiales lograran influenciar en la deformabilidad en la base del pavimento flexible.		Deformabilidad (cargas de los neumáticos)	Granulometría Límites de Atterberg CBR			NTP 0.50 (mecánica de suelos)
	PE3: ¿Cuál es el estado superficial del pavimento flexible de la avenida 12 de Noviembre?	OE3: Determinar el estado superficial del pavimento flexible de la avenida 12 de noviembre.	HE3: El estado superficial del pavimento flexible influye en el empleo de las geomallas biaxiales.		Ensayo del PCI	Condición del pavimento actual			AASHTO-93
	PE4: ¿Cómo el Módulo de elasticidad al emplear las geomallas biaxiales refuerza la base del pavimento flexible?	OE4: Analizar el empleo de geomallas biaxiales en la base del pavimento flexible para reforzar su módulo de elasticidad.	HE4: Las geomallas biaxiales reforzarán el aumento del módulo de elasticidad en la base del pavimento flexible.	VI: Empleando las Geomallas biaxiales	Ensayo Powell	Módulo de elasticidad	-		NTP CE. 020 (suelos y taludes)
	PE5: ¿Cómo el empleo de geomallas biaxiales refuerza la resistencia al corte de la base del pavimento flexible?	OE5: Analizar el empleo de geomallas biaxiales en la base del pavimento flexible para reforzar su resistencia al corte.	HE5: Las geomallas biaxiales reforzarán el aumento de la resistencia al corte en la base del pavimento flexible.		Resistencia al corte	Ensayo de corte directo			NTP CE. 010 (pavimentos urbanos)
	PE6: ¿Cómo influirá el empleo de geomallas biaxiales en el índice de CBR para la base del pavimento flexible?	OE6: Analizar como el empleo de geomallas biaxiales influye en el índice de CBR para reforzar la base del pavimento flexibles.	HE6: Las geomallas biaxiales lograran influenciar el índice de CBR en la base del pavimento flexible.		Índice del CBR (ASSHTO)	Espesor el pavimento (plg) Índice de transpirabilidad	--		

**ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN**

Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2023.						
N°	VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
1	Análisis Pavimento Flexible	Según COLANA Y TORRES (2023, pág. 2) nos dice: El pavimento flexible contempla factores de tiempo, tránsito, materiales de pavimentos, suelos de subrasante, base, subbase, condiciones climáticas, detalles constructivos y consideraciones económicas."	Según Shiyab A. (2007, pág. 280) nos dice; El pavimento flexible se forma debido a la flexión causada por las cargas del tráfico. Las capas del pavimento son esenciales para controlar el comportamiento de la carretera. El diseño de pavimentos flexibles implica recopilar datos del sitio y del tráfico, determinar la estructura del pavimento y evaluar los materiales utilizados. Se calculan espesores adecuados para cada capa y se ajusta el diseño según sea necesario mediante pruebas y análisis. Se hará Estudio de CBR del Terreno Natural, Evaluación del Estado Superficial del PF, Aplicación de GB en la base para el Diseño de PF y haremos compactaciones con golpes (con 12, 25 y 56).	Resistencia a la compresión bajo carga axial	Carga	RAZON
				Deformabilidad (cargas de los neumáticos)	Granulometría Límites de Atterberg CBR	PORCENTAJE
				Índice del CBR	Espesor el pavimento (plg) Índice de transpirabilidad	INTERVALO
	VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
2	Empleando las Geomallas biaxiales	CABALLERO Y COLCHADO (2022, pág. 34) nos dice: Según los materiales geosintéticos que se componen, principalmente de poliéster, polipropileno y/o polietileno de alta resistencia y tienen la función de reforzar y estabilizar el suelo."	Según Braja, D. (2016, pág. 2) nos dice: Las geomallas son comunes en la construcción de estructuras de retención de tierra como muros, pavimentos para distribuir cargas y otros usos. Una variante menos conocida, pero en aumento es el uso de geomallas en suelo reforzado. Realización de marco de madera para los ensayos, Cortes en retazos de 60x60cm, Aplicación de GB en la base y se realiza la compactación con golpes de (12, 25 y 56).	Resistencia a la tracción	Ensayo de Tracción	RAZON
				Resistencia al corte	Ensayo de corte directo	PORCENTAJE
				Módulo de elasticidad	Rigidez	INTERVALO



## ANEXO 3: TURNITIN

2023-12-03 Cap I, II, III, IV, V, VI - (3) Castañeda - Espino V.8  
(00% TURNITIN) OK.docx

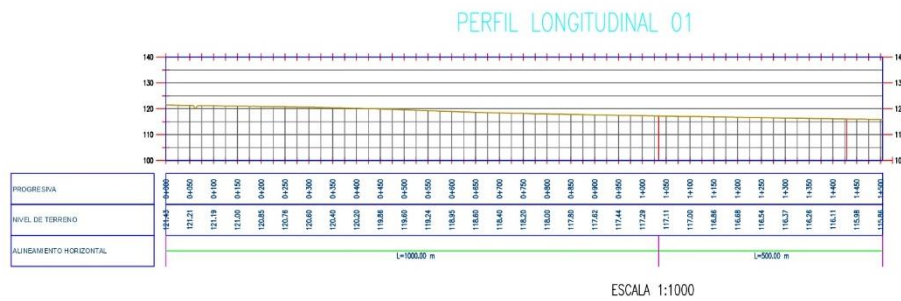
### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>1%</b>	<b>6%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>www.redisal.org.sv</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.unj.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>

## ANEXO 4: DISEÑO VIAL



TESISTAS:  
**Castañeda Hermoza, D.y Espino Colchado, D.**

PLANO :  
**PERFIL LONGITUDINAL 01**

PROYECTO :  
 "Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 de noviembre, San Juan de Miraflores, 2023"

UNIVERSIDAD:  
 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO



ESCALA :  
 1/50


CURSO :  
 D.P.I

FECHA :  
 NOVIEMBRE 2023

## ANEXO 5: DISEÑO VIAL



## ANEXO 6: CERTIFICADOS DEL LABORATORIO (CLASIFICACIÓN SUCS – C°1)

	<b>REGISTRO DE ENSAYO</b>	Código: <b>0000-LAB-P-001</b>
	Práctica estándar para la clasificación de suelos con fines de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos)	Nombre: <b>S</b>
<b>ASTM ASTM D2487-Cyt</b>		Fecha: <b>10/05/2023</b>
		Revisión: <b>1 de 1</b>

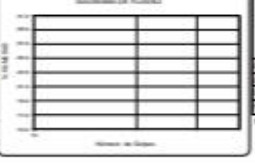
  

INFORME N°: <b>L23-029-01</b> SOLICITANTE: <b>Casapalca Hermanos Daniel Alvar / Equipo Cultural Diego Abanto</b> DIRECCIÓN: <b>Dirección Casapalca Hermanos</b> CLIENTE: <b>Análisis de pavimento flexible empalmado generalista (carretera) para reforzar la Avenida "C" con Avenida "D" en la zona de San Juan de Miraflores, 2023.</b> PROYECTO: CÓDIGO DE PROYECTO: UBICACIÓN: <b>Lima, San Juan De Miraflores</b>	Fecha de Emisión: <b>18/10/2023</b> Fecha de Revisión: <b>17/10/2023</b>
--	---

IDENTIFICACIÓN	C-1	MUESTRA	SS-1	PROFUNDIDAD	1,50 m	TIPO DE SUELO	1
----------------	-----	---------	------	-------------	--------	---------------	---

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBIENDO (ASTM D2487)</b>				<b>Gráfico de Resultados</b>	Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D2487) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 6px;"> <tr> <td>Límite Líquido</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>% del No. 60</td> <td>32.4</td> </tr> <tr> <td>NP (No Plástico)</td> <td></td> </tr> </table>	Límite Líquido	NP	Límite Plástico	NP	Índice de Plasticidad	NP	% del No. 60	32.4	NP (No Plástico)	
Límite Líquido	NP														
Límite Plástico	NP														
Índice de Plasticidad	NP														
% del No. 60	32.4														
NP (No Plástico)															
Malla	Área (mm²)	Porcentaje que Pasa	Método												
No. 2	75.000	100.0	ASTM D422-63 Método A												
No. 4	37.500	100.0	Tam. concurrido												
No. 10	20.000	100.0	Tam. separado No. 4												
No. 20	8.500	100.0	COMPLICACIONES												
No. 40	4.750	98.7	Cu		0.0										
No. 60	2.500	79.9	Cu		0.0										
No. 100	1.500	65.4													
No. 200	0.850	52.9													
No. 425	0.425	48.9													

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 6px;"> <tr> <td>Grupos de Suelos</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Grupos de Suelo</td> <td>U-10.0</td> </tr> <tr> <td>Grupos de Suelo de C - Inestable</td> <td>U-10.0</td> </tr> <tr> <td>Grupos de Suelo de C - Inestable</td> <td>U-10.0</td> </tr> <tr> <td>Grupos de Suelo de C - Inestable</td> <td>U-10.0</td> </tr> <tr> <td>Grupos de Suelo de C - Inestable</td> <td>U-10.0</td> </tr> </table>	Grupos de Suelos	A	Grupos de Suelo	U-10.0	Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0	Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0	Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0	Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 6px;"> <tr> <td>Grupos de Suelos</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Grupos de Suelo</td> <td>U-10.0</td> </tr> <tr> <td>Grupos de Suelo de C - Inestable</td> <td>U-10.0</td> </tr> <tr> <td>Grupos de Suelo de C - Inestable</td> <td>U-10.0</td> </tr> <tr> <td>Grupos de Suelo de C - Inestable</td> <td>U-10.0</td> </tr> <tr> <td>Grupos de Suelo de C - Inestable</td> <td>U-10.0</td> </tr> </table>	Grupos de Suelos	A	Grupos de Suelo	U-10.0	Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0	Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0	Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0	Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0
Grupos de Suelos	A																								
Grupos de Suelo	U-10.0																								
Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0																								
Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0																								
Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0																								
Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0																								
Grupos de Suelos	A																								
Grupos de Suelo	U-10.0																								
Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0																								
Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0																								
Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0																								
Grupos de Suelo de C - Inestable	U-10.0																								

% Grava	% GP	% AG	% AM	% AF	% Fina



  

<b>Observaciones:</b>	
Muestra gravada e identificada por el laboratorio.	

<b>Referencias:</b>	
ASTM D2487-79	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Fluids by Mass
ASTM D422-17v1	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D5875-17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Sieve and Sedimentation) of Soils Using Shaker, Pipette, and Density Gradient Tube
ASTM D2487-17	Standard Practice for Classification of Soils by Engineering Properties (Unified Soil Classification System)

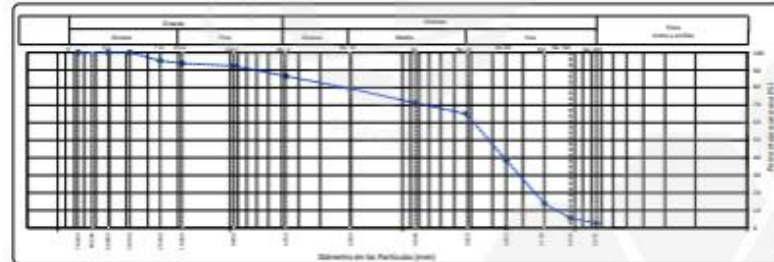
<b>INGECONTROL S.A.C.</b>		
<b>ÁREAS DE RESPONSABILIDAD:</b> Los resultados solo están válidos cuando son el resultado de un ensayo realizado en el laboratorio que emite el certificado. No debe utilizarse y ser emitido en otro laboratorio que no sea el que emite el certificado. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una evidencia de conformidad con normas de productos o como evidencia del sistema de calidad de INGECONTROL S.A.C. Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ingecontrol S.A.C. o del representante autorizado de Ingecontrol S.A.C. en el momento de la emisión. Prohíbese la reproducción total o parcial, excepto con el consentimiento escrito por escrito de INGECONTROL S.A.C. Código: INGE-IMP-002 Versión: 3 Fecha: 1/1/2022	<b>ÁREAS DE RESPONSABILIDAD:</b> Director de Área:  <b>Luis Jorge Argente</b> JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	<b>ÁREAS DE RESPONSABILIDAD:</b> Director de Área:  <b>Amalberto Coscco</b> CP: 190140 Gerente Técnico

## ANEXO 7: (CLASIFICACIÓN SUCS – C°2)

	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	Código	Módulo / Fase
	Práctica estándar para la clasificación de suelos con fines de Ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos)	Fecha	2
	<b>ASTM ASTM D2007-C1et</b>	Hora	08:00
		Hora	1 de 1

<b>FORMA N°</b> <b>SOLICITANTE</b> <b>DIRECCIÓN</b> <b>CLIENTE</b> <b>PROYECTO</b> <b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> <b>UBICACIÓN</b>	L23-128-02 Calle de Herrera David Abel / Esquina Carretera Orrego - Arema --- Av. de la Cooperación --- --- Lima, San Juan De Matucana	Fecha de Emisión: 18/10/2022 Fecha de Revisión: 17/10/2022 Fecha de Emisión: Fecha de Revisión: Fecha de Emisión: Fecha de Revisión:
---	--	---

IDENTIFICACIÓN		C-2	MUESTRA	SP-1	PROFUNDIDAD	1.80 m	TAMANO MÁXIMO	1 1/2 in.
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBAZO (ASTM D2007)</b>								
Malla	Abertura (mm)	Porcentaje Retenido	Porcentaje que Pasa	Método		Sistema Unificado de Clasificación de Suelos <b>SUCS</b> SP		
2 in.	50.80	0.0	100.0	Tam. Tamizado	Tam. Compuesto			
1 1/2 in.	38.10	0.0	100.0	Tam. separador	No. 4			
1 in.	25.40	28.9	71.1	Observaciones				
3/8 in.	9.50	8.6	91.4	Observaciones				
20 #	0.850	0.2	99.8	Observaciones				
No. 4	4.75	22.0	78.0	Observaciones				
No. 10	2.00	47.0	53.0	Observaciones				
No. 20	0.850	49.9	50.1	Observaciones				
No. 40	0.425	52.9	47.1	Observaciones				
No. 60	0.250	53.1	46.9	Observaciones				
No. 100	0.150	53.9	46.1	Observaciones				
No. 140	0.106	47.3	52.7	Observaciones				
No. 200	0.075	16.8	83.2	Observaciones				
% Grava	% 0/5	6.2	93.8	Observaciones				
% Arena	% 0/75	7.3	92.7	Observaciones				
	% 0/150	8.2	91.8	Observaciones				
	% 0/300	16.8	83.2	Observaciones				
	% 0/600	22.0	78.0	Observaciones				
	% 0/106	47.3	52.7	Observaciones				
	% 0/250	53.1	46.9	Observaciones				
	% 0/475	53.9	46.1	Observaciones				
	% 0/75	49.9	50.1	Observaciones				
	% 0/150	47.1	52.9	Observaciones				
	% 0/300	16.8	83.2	Observaciones				
	% 0/600	6.2	93.8	Observaciones				
	% 0/106	7.3	92.7	Observaciones				
	% 0/250	8.2	91.8	Observaciones				
	% 0/475	16.8	83.2	Observaciones				
	% 0/75	22.0	78.0	Observaciones				



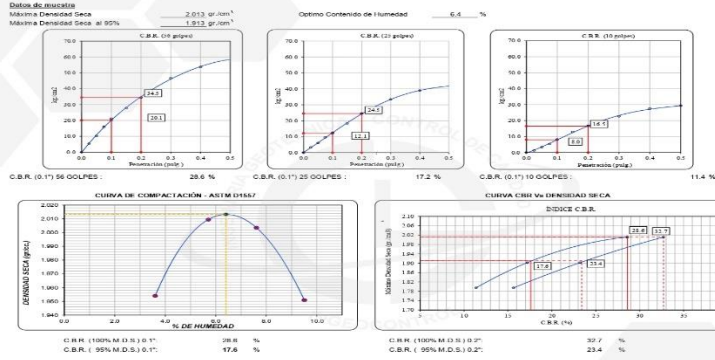
**Referencias:**  
 ASTM D2719-19 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Shrinkage) Content of Soil and Rock by Mass  
 ASTM D4218-17a1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils  
 ASTM D6913/D6913-17 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis  
 ASTM D2007-07 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

<b>INGECONTROL SAC</b>		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Los resultados solo están destinados con la máxima seguridad, la máxima fe y celo, confidencial y protegidos de la información por el solicitante. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una evidencia de conformidad con normas de producto o como evidencia del proceso de calidad de INGECONTROL S.A.C. Este documento no tiene validez de ningún modo al salir del laboratorio de Ingeniería de Materiales INGECONTROL S.A.C. y sus filiales o sucursales. Prohibida la reproducción, total o parcial, sin el consentimiento previo por escrito de INGECONTROL S.A.C. Código: INGECONTROL SAC, Versión: 5, Fecha: 12/2020	<b>JEFE DE LABORATORIO</b> Nombre y Apellido:  <b>Luis Felipe Argente</b> JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	<b>GERENTE TÉCNICO</b> Nombre y Apellido:  <b>Arnaldo Pineda Cosco</b> GP: 190140 Gerente Técnico

# ANEXO 8: (CLASIFICACIÓN SUCS – C°3)

INFORME		Código	INGEO-LAB-F-509
VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	3 de 3
Proyecto	Análisis de pavimento flexible empleando geomallas basálticas para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2022.	Registro N°:	L23-129-05
Cliente	Castañeda Hermosa Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso	Realizado por:	Solicitante
Solicitante	Castañeda Hermosa Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso	Revisado por:	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	Lima, San Juan De Miraflores	Fecha de Empeño	10/11/2023
Material	Terreno natural a escala	Turno:	Duermo
Identificación	---	Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	C-1	Notas	---
N° de Muestra	M-1	Este	---
Elaborado	---	Costo	---

## ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1557



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra procesada e identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENOCONTROL  
 \* El presente documento reemplaza al documento AIC-PC-10, versión 1 del 30/06/2019  
 \*\*\*

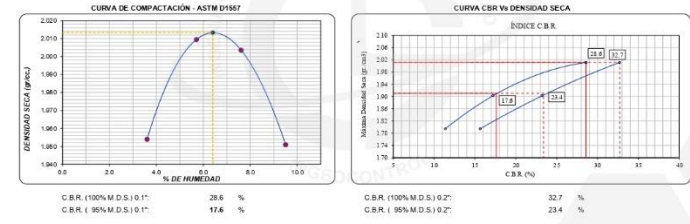
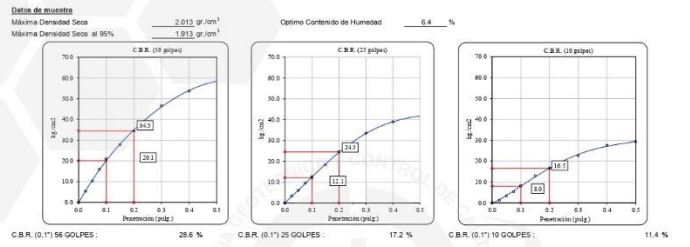
INGENOCONTROL S.A.C.		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b>                      Los resultados aquí expresados corresponden a la muestra ensayada. La muestra no debe ser utilizada y entregada en el laboratorio por el solicitante.                      Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con ningún requisito de especificación.                      Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ingeniería de Materiales (INGENOCONTROL) y del Gerente Técnico.                      Prohibida la reproducción total o parcial, excepto con autorización previa y por escrito de INGENOCONTROL S.A.C.</p>	<p>JEFE DE LABORATORIO</p> <p>Nombre y firma</p> <p>JEFE DE LABORATORIO INGENOCONTROL S.A.C.</p>	<p>GERENTE TÉCNICO</p> <p>Nombre y firma</p> <p>Arnaldo F. Ruiz Coococo C.P. 190140 Gerente Técnico</p>

## ANEXO 9: (CBR PATRÓN)

	<b>INFORME</b>	Código	INGEO.LAB.F.S69
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	3 de 3

Proyecto : Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2023.	Registro N° : L23-129-05
Cliente : Castañeda Hermoza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso	Realizado por : Solicitante
Solicitante : Castañeda Hermoza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso	Revisado por : R. Leyva
Ubicación del Proyecto : Lima, San Juan De Miraflores	Fecha de Ensayo : 10/11/2023
Material : Terreno natural a escala	Turno : Diurno
Identificación : ---	Profundidad : 0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata : C-1	Norte : ---
N° de Muestra : M-1	Este : ---
Progresiva : ---	Cota : ---

### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883



- OBSERVACIONES:**
- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
  - \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
  - \* El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL S.A.C.		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Los resultados solo están relacionados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el solicitante. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de INGEOCONTROL S.A.C. Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales de INGEOCONTROL y del Cliente-Miembro. Prohibida la reproducción total o parcial, excepto con autorización previa y por escrito de INGEOCONTROL S.A.C.	JEFE DE LABORATORIO Nombre y firma:  LUIS SALGADO JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	GERENTE TÉCNICO Nombre y firma:  Arnaldo Pardo Coscoco CP: 190140 Gerente Técnico

# ANEXO 10: CBR

	<b>INFORME</b>	Código	INGEO-LAB-F-S09
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	2 de 3

Proyecto	: Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2023.	Registro N°	: L23-129-05
Cliente	: Castañeda Hermeza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Castañeda Hermeza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Lima, San Juan De Miraflores	Fecha de Ensayo	: 10/11/2023
Material	: Terreno natural a escala	Turno	: Durno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Nóte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

## ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Móde N°	1	2	3	4	5	6
Número de capas	5	5	5	5	5	5
Número de golpes	59	25	10	5	5	5
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelto + molde (gr.)	12,055	12,005	12,210	12,210	12,210	12,210
Peso molde (gr.)	3,075	3,003	3,106	3,106	3,106	3,106
Peso suelto compactado (gr.)	4,580	4,302	4,104	4,104	4,104	4,104
Volumen del molde (cm³)	2,140	2,125	2,149	2,149	2,149	2,149
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,140	2,024	1,910	1,910	1,910	1,910
Densidad seca (gr./cm³)	2,011	1,903	1,795	1,795	1,795	1,795

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara + suelo (gr.)	456.4	456.3	456.7	456.7	456.7	456.7
Tara + suelo húmedo (gr.)	456.4	456.3	456.7	456.7	456.7	456.7
Tara + suelo seco (gr.)	456.4	456.3	456.7	456.7	456.7	456.7
Peso de agua (gr.)	29.8	30.0	27.5	27.5	27.5	27.5
Peso de suelo seco (gr.)	456.4	456.3	456.7	456.7	456.7	456.7
Humedad (%)	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4

EXPANSIÓN										
Fecha	Hora	Tiempo hr	Expansión			Expansión			Expansión	
			Dial 0.01"	mm	%	Dial 0.01"	mm	%	Dial 0.01"	mm
6-Nov	11:28									
7-Nov	11:28									
8-Nov	11:28									
9-Nov	11:28									
10-Nov	11:28									

**NO EXPANSIVO**


Penetración (kg)	Carga Standard (kg/cm²)	Módulo N° 1						Módulo N° 2						Módulo N° 3					
		Carga		Corrección		CBR %	Carga		Corrección		CBR %	Carga		Corrección		CBR %			
		kg	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²		kg	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²		kg	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²				
0.025	108	5.3				07	3.3				25	1.2							
0.050	207	10.2				122	6.0				67	3.3							
0.075	321	15.9				193	9.6				108	5.3							
0.100	70.307	428	21.1	20.1	<b>28.6</b>	252	12.5	12.1	<b>17.2</b>	166	8.2	8.0	<b>11.4</b>						
0.150		561	27.8			369	18.3			261	12.9								
0.200	105.460	695	34.4	34.5	<b>32.7</b>	465	24.5	24.5	<b>23.2</b>	337	16.7	16.5	<b>16.6</b>						
0.300		942	46.6			675	33.4			458	22.7								
0.400		1085	53.7			787	39.0			555	27.5								
0.500		1181	58.5			844	41.8			593	29.4								

- OBSERVACIONES:**
- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
  - \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
  - \* El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</b></p> <p>Los resultados solo están relacionados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el solicitante.</p> <p>Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación de idoneidad de INGECONTROL S.A.C.</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JEM INGECONTROL) y del Gerente Técnico.</p> <p>Prohíbe la reproducción total o parcial, excepto con autorización previa y por escrito de INGECONTROL S.A.C.</p>	<p style="text-align: center;"><b>JEFE DE LABORATORIO</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">               Lidia Melgar Angelle              JEFE DE LABORATORIO              INGECONTROL S.A.C.         </div>	<p style="text-align: center;"><b>GERENTE TÉCNICO</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">               Arnaldo Pardo Cosco              CP: 190140              Gerente Técnico         </div>



# ANEXO 11: CBR

	<b>INFORME</b>	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-009
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	VERSIÓN	2
	<b>INGEOCONTROL</b>	FECHA	21/09/2022
		PÁGINA	T DE 3

Proyecto	: Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2022.	Registro N°	: L23-129-05
Cliente	: Castañeda Hermoza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso	Realizado por	: Solicitante
Solicitante	: Castañeda Hermoza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso	Revisado por	: R. Leyva
Ubicación del Proyecto	: Lima, San Juan De Miraflores	Fecha de Ensayo	: 01/10/2022
Material	: Terreno natural a escasa	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 0.00 - 1.50
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

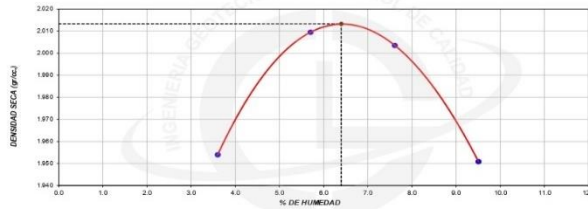
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1083**

Volumen Molde	16848	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	4290	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr. 2.024	2.124	2.156	2.136
Contenido de agua	% 3.6	5.7	7.6	9.5
Densidad Secca	gr/cc 1.954	2.009	2.004	1.961

<b>Densidad Máxima Secca:</b>	<b>2.013</b> gr/cm <sup>3</sup>	<b>Contenido Humedad Óptima:</b>	<b>6.4</b> %
-------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	--------------


**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



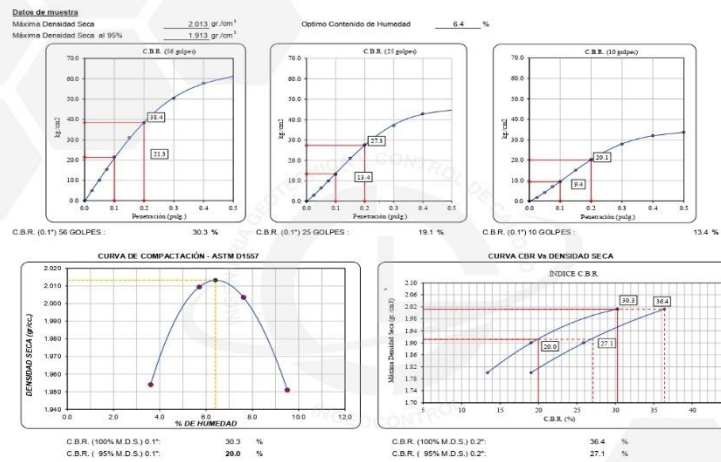
- OBSERVACIONES:**
- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
  - \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
  - \* El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018
  - 
  -

INGEOCONTROL S.A.C.		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Los resultados solo están relacionados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el solicitante.</p> <p>Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de INGECONTROL S.A.C.</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y del Gerente Técnico.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial, excepto con autorización previa y por escrito de INGECONTROL S.A.C.</p>	<p style="text-align: center;"><b>JEFE DE LABORATORIO</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">               L. Miguel Angel              JEFE DE LABORATORIO              INGECONTROL S.A.C.           </div>	<p style="text-align: center;"><b>GERENTE TÉCNICO</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">               Arnaldo Peres              CIP: 190140              Gerente Técnico           </div>

## ANEXO 12: (CBR EMPLEANDO GEOMALLAS BIAJIALES)

	<b>INFORME</b>	Código	INGEO-LAB-F-509
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	3 de 3
Proyecto : Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2023. Cliente : Castañeda Hermeza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso Solicitante : Castañeda Hermeza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso Ubicación del Proyecto : Lima, San Juan De Miraflores Material : Terreno natural + Geomalla	Registro N° : 123-129-06 Realizado por : Solicitante Revisado por : Ft. Leyva Fecha de Ensayo : 4/11/2023 Turno : Diurno		
Identificación : --- Sondaje / Calicata : C-1 N° de Muestra : M-1 Progresiva : ---	Profundidad : 0.00 - 1.50 m Norte : --- Este : --- Cota : ---		

### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883




**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL
- \* El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2016
- 
- 

INGEOCONTROL S.A.C.		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Los resultados solo están relacionados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el solicitante.</p> <p>Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de gestión de INGECONTROL S.A.C.</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM INGECONTROL) y del Cliente Cliente.</p> <p>Prohíbese la reproducción total o parcial, excepto con autorización previa y por escrito de INGECONTROL S.A.C.</p>	<p style="text-align: center;">JEFE DE LABORATORIO</p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">                   L.D. Melgar Angles                  JEFE DE LABORATORIO                  INGECONTROL S.A.C.             </div>	<p style="text-align: center;">GERENTE TÉCNICO</p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">                   Arnaldo Pérez Coscco                  CIP: 190140                  Gerente Técnico             </div>

# ANEXO 13: CBR

	<b>INFORME</b>	Código	INGEO.LAB.F.509
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	Versión	02
		Fecha	21/09/2022
		Página	2 de 3
Proyecto	Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2023.	Registro N°:	L23-129-06
Cliente	Castañeda Hermoza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso	Realizado por:	Solicitante
Solicitante	Castañeda Hermoza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso	Revisado por:	R. Leyva
Ubicación del Proyecto	Lima, San Juan De Miraflores	Fecha de Ensayo:	4/11/2023
Material	Terreno natural + Geomalla	Turno:	Diurno
Identificación	---	Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	C-1	Norte:	---
N° de Muestra	M-1	Este:	---
Progresiva	---	Cota:	---

## ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1083

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)							
Moide N°	1		2		3		
Número de capas	5		5		5		
Número de golpes	96		75		10		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	12.724		12.502		12.312		
Peso molde (gr.)	8.142		8.208		8.194		
Peso suelo compactado (gr.)	4.582		4.296		4.118		
Volumen del molde (cm³)	2.140		2.125		2.149		
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.141		2.022		1.916		
Densidad seca (gr./cm³)	2.012				1.801		

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara (gr.)							
Tara + suelo húmedo (gr.)	501.3		512.3		485.9		
Tara + suelo seco (gr.)	471.1		481.4		456.6		
Peso de agua (gr.)	30.2		30.9		29.3		
Peso de suelo seco (gr.)	471.1		481.4		456.6		
Humedad (%)	6.4				6.4		

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial 0.01"	mm	%	Dial 0.01"	mm	%	Dial 0.01"	mm	%
31-Oct		11:28									
1-Nov		11:28									
2-Nov		11:28									
3-Nov		11:28									
4-Nov		11:28									


**NO EXPANSIVO**

PENETRACIÓN													
Penetración (MMg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Moide N° 1				Moide N° 2				Moide N° 3			
		Carga		Corrosión		Carga		Corrosión		Carga		Corrosión	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025	98	4.9			57	2.8			34	1.7			
0.050		201	10.0		131	6.5			84	4.2			
0.075		316	15.8		201	10.0			142	7.0			
0.100	70.307	435	21.5	21.3	36.3	265	13.1	13.4	19.1	191	9.6	9.4	
0.150		625	30.9		426	21.1			305	15.1			
0.200	105.460	773	38.3	38.4	36.4	598	27.6	27.3	25.9	409	20.3	20.1	
0.300		1017	50.4		748	37.0			562	27.8			
0.400		1168	57.8		885	42.8			645	32.0			
0.500		1236	61.2		901	44.6			660	33.7			

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra previa a la identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL  
 \* El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018

INGECONTROL SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Los resultados solo están relacionados con la muestra entregada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el solicitante. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de INGECONTROL S.A.C. Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGECONTROL) y del Gerente Técnico. Prohibida la reproducción total o parcial, excepto con autorización previa y por escrito de INGECONTROL S.A.C.	<b>JEFE DE LABORATORIO</b> Nombre y firma:  L. Mijangos Angles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	<b>GERENTE TÉCNICO</b> Nombre y firma:  Arnaldo Poma Coscco CP: 150140 Gerente Técnico

## ANEXO 14: CBR

	<b>INFORME</b>	CÓDIGO	INGEO-LAB-F-809
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	VERSION	2
	<b>INGEOCONTROL</b>	FECHA	21/09/2022
		PAGINA	1 DE 3

Proyecto : Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 noviembre, San Juan de Miraflores, 2023. Cliente : Castañeda Hermeza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso Solicitante : Castañeda Hermeza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso Ubicación del Proyecto : Lima, San Juan De Miraflores Material : Terreno natural + Geomalla	Registro N° : <b>L23.129.06</b> Realizado por : Solicitante Revisado por : R. Leyva Fecha de Ensayo : 31/10/2023 Turno : Diurno
Identificación : --- Sondaje / Calicata : C-1 N° de Muestra : M-1 Progresiva : ---	Profundidad : 0.00 - 1.50 Norte : --- Este : --- Cota : ---

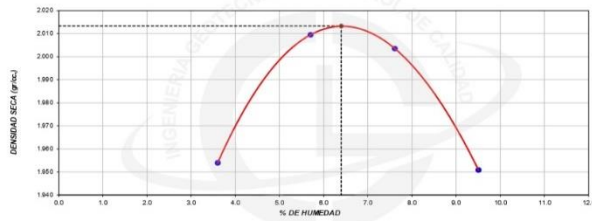
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1863**

Volumen Molde	16848	cm <sup>3</sup>	
Peso Molde	4290	gr.	

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.024	2.124	2.156	2.136
Contenido de agua	%	3.6	5.7	7.6	9.5
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.954	2.009	2.004	1.961

**Densidad Máxima Seca: 2.013 gr/cm<sup>3</sup>      Contenido Humedad Optima: 6.4 %**

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL  
 \* El presente documento reemplaza al documento AE-FO-15, versión 1 del 30/04/2018  
 ---  
 ---

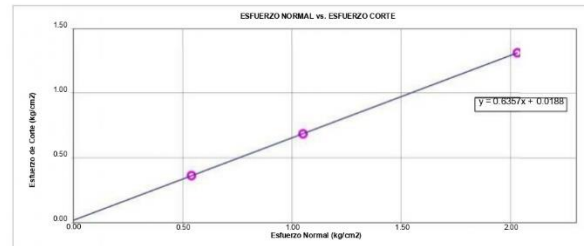
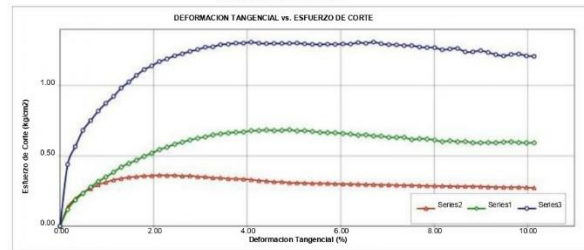
<b>INGEOCONTROL S.A.C.</b>		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Los resultados solo están relacionados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el solicitante. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de INGECONTROL S.A.C. Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y del Cliente destino. Prohibida la reproducción total o parcial, excepto con autorización previa y por escrito de INGECONTROL S.A.C.	<b>JEFE DE LABORATORIO</b> Nombre y firma:  LUIS ALBERTO ANGULO JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	<b>GERENTE TÉCNICO</b> Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP 190140 Gerente Técnico

## ANEXO 15: (ENSAYO DE CORTE DIRECTO - TRIAXIAL)

	<b>INFORME</b>	Código	AE.FO.409
	<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080</b>	Versión	08
		Fecha	23.10.2023
		Página	3 de 3
Proyecto	Análisis de pavimento flexible empleando geomallas basales para reforzar la Avenida Zircovente, San Juan de Miraflores, 2023	Registro N°	L23.125.11
Solicitante	Castañeda Hermosa Daniel Abel / Espino Cuchado Diego Alonso	Realizado por	B. Mijang
Ubicación del Proyecto	San Juan de Miraflores	Fecha de Inicio de Ensayo	20/10/2023
Materia	Térreo Natural empleando geomalla basal	Fecha de fin de Ensayo	21/10/2023
Código de Materia	---	PROFUNDIDAD	3.3316
Sondeo / Calicata	G-1	Nombre	---
N° de Muestra	M-1	Estado	---
Procesado	---	Cole	---

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS  
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



**Resultados:**  
 Cohesión  $c$  : 0.03 kg/cm<sup>2</sup>  
 Ángulo de fricción  $\phi$  : 26.5°

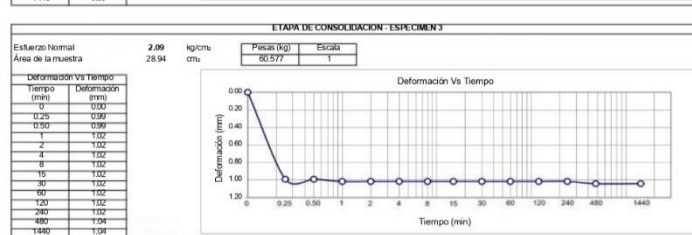
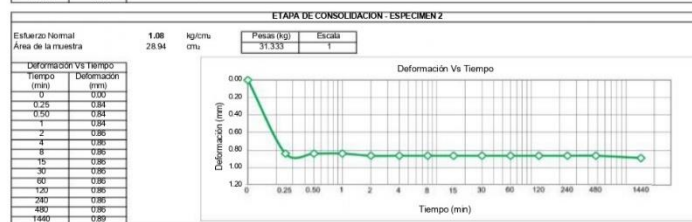
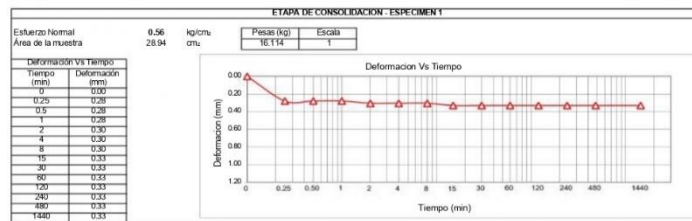
**OBSERVACIONES:**

Muestra prevista e identificada por el solicitante.  
 Las muestras fueron remediadas a la densidad seca de 1.450 g/cm<sup>3</sup> y al contenido de humedad de 2.1% considerando partículas menores al tamiz No. 4

INGECONTROL SAC		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b>                  Este documento tiene validez de firma y sello del jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM) INGECONTROL y Jefe de Aseguramiento de Calidad.                  Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.                  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p style="text-align: center;">REVISADO POR</p> <p style="text-align: center;">Nombre y Firma:</p> <div style="text-align: center;">                       Luis Mijang                      JEFE DE LABORATORIO                      INGECONTROL SAC                 </div>	<p style="text-align: center;">AUTORIZADO POR</p> <p style="text-align: center;">Nombre y Firma:</p> <div style="text-align: center;">                       Arnaldo Pérez Coscco                      CPA-190140                      Gerente Técnico                 </div>

# ANEXO 16: ENSAYO DE CORTE DIRECTO

INFORME		Código	AS-F0-03
<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS</b> ASTM D3080		Volumen	01
		Fuente	05-11-2023
		Página	2 de 3
Proyecto	Análisis de pavimento flexible empleando geomallas bioarales para reforzar la Avenida 12 de Noviembre, San Juan de Miraflores, 2023.	Registro N°:	123-125-11
Solicitante	Castañeda Hermeza Daniel Abel / Espino Cotchado Diego Alonso	Realizado por:	B. Miegar
Ubicación del Proyecto	San Juan de Miraflores	Fecha de inicio de Ensayo:	29/10/2023
Material	Terreno Natural empleando geomalla bioaral	Fecha de fin de Ensayo:	30/10/2023
Código de Muestra	---	Profundidad:	3.00 m
Sondaje / Calicata	C-1	Norte:	---
N° de Muestra	MA-1	Este:	---
Progestura	---	Oeste:	---



INGEOCONTROL SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM/INGEOCONTROL) y Jefe de Asesoramiento de la Calidad. Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:  Lina Margar Angéles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:  Arnaldo Peña Coscco C.I.: 190140 Gerente Técnico

# ANEXO 17: ENSAYO DE CORTE DIRECTO

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-026
	<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080</b>	Versión	01
		Fecha	02-11-2023
		Página	1 de 3
Proyecto	Análisis de pavimento flexible empleando geomallas biaxiales para reforzar la Avenida 12 de noviembre, San Juan de Miraflores, 2023.		Registro N°: L23-125-11
Solicitante	Castañeda Herraiza Daniel Abel / Espino Colchado Diego Alonso		Realizado por: B. Melgar
Ubicación del Proyecto	San Juan de Miraflores	Fecha de inicio de Ensayo	29/10/2023
Materia	Terrazo Natural empleando geomalla biaxial	Fecha de fin de Ensayo	30/10/2023
Código de Muestra	---	Profundidad	3.00 m
Sonda / Calicata	C-1	Horizonte	---
N° de Muestra	M-1	Estado	---
Progresiva	---	Cota	---

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3
Altura Inicial: 20.4 mm	Altura Inicial: 20.4 mm	Altura Inicial: 20.4 mm
Lado de caja: 61.2 mm	Lado de caja: 61.2 mm	Lado de caja: 61.2 mm
Área Inicial: 29.4 cm²	Área Inicial: 29.4 cm²	Área Inicial: 29.4 cm²
Densidad Seca: 1.710 g/cm³	Densidad Seca: 1.710 g/cm³	Densidad Seca: 1.710 g/cm³
Humedad Inic.: 2.1 %	Humedad Inic.: 2.1 %	Humedad Inic.: 2.1 %
Esf. Normal: 0.54 kg/cm²	Esf. Normal: 1.05 kg/cm²	Esf. Normal: 2.03 kg/cm²
Esf. Corte: 0.36 kg/cm²	Esf. Corte: 0.69 kg/cm²	Esf. Corte: 1.31 kg/cm²

Deformación horizontal (%)	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
	Esfuerzo de Corte (kg/cm²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm²)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm²)	Deformación horizontal (%)
0.00	0.00	5.23	0.00	0.00	0.00	5.23
0.16	0.13	5.40	0.16	0.12	0.16	5.40
0.33	0.19	5.56	0.33	0.19	0.33	5.56
0.49	0.24	5.72	0.49	0.23	0.49	5.72
0.65	0.27	5.89	0.65	0.28	0.65	5.89
0.82	0.30	6.05	0.82	0.32	0.82	6.05
0.98	0.31	6.21	0.98	0.35	0.98	6.21
1.14	0.33	6.38	1.14	0.38	1.14	6.38
1.31	0.34	6.54	1.31	0.42	1.31	6.54
1.47	0.35	6.70	1.47	0.45	1.47	6.70
1.63	0.35	6.87	1.63	0.47	1.63	6.87
1.80	0.35	7.03	1.80	0.50	1.80	7.03
1.96	0.35	7.19	1.96	0.52	1.96	7.19
2.13	0.35	7.36	2.13	0.54	2.13	7.36
2.29	0.35	7.52	2.29	0.56	2.29	7.52
2.45	0.35	7.68	2.45	0.58	2.45	7.68
2.62	0.35	7.85	2.62	0.60	2.62	7.85
2.78	0.35	8.01	2.78	0.61	2.78	8.01
2.94	0.35	8.17	2.94	0.63	2.94	8.17
3.11	0.35	8.34	3.11	0.63	3.11	8.34
3.27	0.34	8.50	3.27	0.65	3.27	8.50
3.43	0.34	8.67	3.43	0.66	3.43	8.67
3.60	0.34	8.83	3.60	0.66	3.60	8.83
3.76	0.34	8.99	3.76	0.67	3.76	8.99
3.92	0.33	9.16	3.92	0.67	3.92	9.16
4.09	0.33	9.32	4.09	0.68	4.09	9.32
4.25	0.32	9.48	4.25	0.68	4.25	9.48
4.41	0.32	9.65	4.41	0.68	4.41	9.65
4.58	0.32	9.81	4.58	0.68	4.58	9.81
4.74	0.31	9.97	4.74	0.68	4.74	9.97
4.90	0.31	10.14	4.90	0.69	4.90	10.14
5.07	0.31	---	5.07	0.68	5.07	---

**OBSERVACIONES:**  
Muestra provista e identificada por el solicitante.  
Las muestras fueron remediadas a la densidad seca de 1.450 g/cm³ y al contenido de humedad de 2.1% considerando partículas menores al tamiz No. 4.

<b>INGECONTROL SAC</b>		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM INGECONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:  <b>JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.</b>	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:  <b>ARNALDO PINEDA COSCO</b> C.P. 190140 <b>Gerente Técnico</b>

## **PANEL FOTOGRAFICO**















