



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Aplicación de geomalla de bambú en la subrasante y diseño de  
pavimento flexible en el Jirón Gloria Bamba, Puente Piedra, 2023**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**

Bachiller en Ingeniería Civil

**AUTORES:**

Chicasaca Mamani, Daniel Alberto (orcid.org/0000-0001-9730-5625)

Hidalgo Fonseca, Hans Christian (orcid.org/0000-0001-9579-5755)

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Trabajo de Investigación titulado: "Aplicación de geomalla de bambú en la subrasante y diseño de pavimento flexible en el jirón Gloria Bamba, Puente Piedra, 2023", cuyos autores son HIDALGO FONSECA HANS CHRISTIAN, CHICASACA MAMANI DANIEL ALBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8%, 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 el Trabajo de Investigación 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, 07 de Agosto del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO DNI: 08644876 ORCID: 0000-0002-5043-6510	Firmado electrónicamente por: OTELLOM el 08-08- 2024 10:58:37

Código documento Trilce: TRI - 0853073





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Nosotros, HIDALGO FONSECA HANS CHRISTIAN, CHICASACA MAMANI DANIEL ALBERTO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Aplicación de geomalla de bambú en la subrasante y diseño de pavimento flexible en el jirón Gloria Bamba, Puente Piedra, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado 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 publicado, ni presentado 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.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
DANIEL ALBERTO CHICASACA MAMANI <b>DNI:</b> 44897984 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9730-5625	Firmado electrónicamente por: DCHICASACA el 07-08- 2024 19:51:49
HANS CHRISTIAN HIDALGO FONSECA <b>DNI:</b> 72480821 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9579-5755	Firmado electrónicamente por: HHIDALGOFO el 07- 08-2024 20:00:06

Código documento Trilce: TRI - 0853074

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	ii
Declaratoria de originalidad de los autores .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Resumen .....	v
Abstract.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	3
III. RESULTADOS .....	4
IV. CONCLUSIONES.....	9
REFERENCIAS .....	
ANEXOS .....	

## **RESUMEN**

El artículo estudia investigaciones recientes relacionados con la Aplicación de geomalla de bambú en la subrasante y diseño de pavimento flexible desde el año 2019 al 2023, describiendo los diferentes métodos de obtención y caracterización de la geomalla biaxial, triaxial, así como artículos científicos y tesis donde se logra visualizar los ensayos realizados en laboratorios, analizando los resultados obtenidos y destacando las ventajas y desventajas de la utilización de geomalla de bambú biaxial y triaxial en la incorporación de la subrasante del pavimento asfáltico con el objetivo de mejorar las capacidades y mayor durabilidad en el pavimento. El presente artículo destaca su categoría ya que implica la necesidad de buscar elecciones sostenibles y eficaces para la elaboración de la geomalla de bambú en diferentes medidas y instalación en diferentes alturas.

**Palabras clave:** Geomalla de bambú, Biaxial, Triaxial, Subrasante.

## **ABSTRACT**

The article studies recent research related to the application of bamboo geogrid in the subgrade and flexible pavement design from 2019 to 2023, describing the different methods of obtaining and characterizing the biaxial and triaxial geogrid, as well as scientific articles and theses where it is possible to visualize the tests carried out in laboratories, analyzing the results obtained and highlighting the advantages and disadvantages of the use of biaxial and triaxial bamboo geogrid in the incorporation of the subgrade of the asphalt pavement with the objective of improving the capacities and greater durability in the pavement. This article highlights its category since it implies the need to look for sustainable and effective choices for the production of bamboo geogrid in different sizes and installation at different heights.

**Keywords:** Bamboo Geogrid, Biaxial, Triaxial, Subgrade.

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo socioeconómico del distrito requiere que las vías estén en buen estado, para el intercambio de comercio con los distritos aledaños. El hombre ha inventado diversos diseños de construcción y mejorando sus propiedades, con la finalidad de obtener un suelo reforzado mediante fibras naturales con mayor resistencia. Las carreteras en Estados Unidos, Rhode Island se determinaron un gran aumento de transporte vehicular, como remolques, camiones entre diferentes tipos de vehículos pesados, consecuentemente, estos problemas provocan un aumento masivo en los daños de las vías importantes de este país; por lo siguiente el estado posee complicaciones al momento de efectuar un adecuado mantenimiento del pavimento de las respectivas carreteras. El problema mencionado se podría mejorar utilizando materiales naturales y ecológicos para la rehabilitación del pavimento como las geomallas de bambú (Kang-Won, Kathleen y Syed, 2017). Así mismo, la investigación elaborada en Colombia, departamento de Tolima están referidos en los diseños de pavimentos, los ensayos realizados evidencian que la geotecnia y el estudio de tránsito establecen que los valores relevantes en la concentración del diseño estructural de pavimento, menciona trabajar con buenos materiales de primera calidad para que no cuenten con ningún inconveniente; puntualizando ciertos elementos que organizan para la mejora de una vía al servicio de tránsito, accediendo la transitabilidad de los vehículos pesados y carga baja, ofreciendo una prestación de camino adecuado, confiable, raudo y seguro (Ospina, 2019). En Áncash, la necesidad de vías de comunicación que conecten los principales centros urbanos de las ciudades ha aumentado debido al rápido crecimiento masivo de las ciudades y al escaso espacio adecuado para obras viales. El gobierno se vio obligado a la construcción de vías en áreas inadecuadas que se vieron afectados con el tiempo y encontrándose en condiciones deterioradas, conforme a la crecida del movimiento vehicular, la subrasante experimenta una mayor carga vertical por las ruedas de los vehículos, provocando el agrietamiento, fisura y deformación en el pavimento flexible, el uso de geomalla necesita un método diferente a la tradicional (Kari y Olortegui, 2019). La realidad actual en el jirón Gloria Bamba Distrito de Puente Piedra es sumamente preocupante, la mayor parte del pavimento se encuentra en un mal estado. Las

autoridades del Distrito no toman cartas en el asunto, teniendo en cuenta la incomodidad de los ciudadanos aledaños, ya que por esta carretera transitan a diario vehículos como moto, camionetas y combis, en la cual se produjo una falla por la falta de grosor de la carpeta asfáltica produciendo baches y disgregación progresiva del asfalto en la mayor parte de la pavimentación, por lo que los vecinos aledaños tratan de tapar esos huecos con materiales excedentes de una vivienda. La justificación teórica del estudio de la infraestructura del pavimento es conocer si los métodos de diseño están principalmente basados en la dimensión del estrato dado. Formando la capa estructural de la cobertura. La carga de tráfico terrestre es transformada en tensión interna, estas aceras deben ser asimiladas por la estructura. La geomalla es un elemento de última generación gracias a las rejillas de plástico y elaboradas de bambú que se implementan logrando generar un estándar adecuado a la estructura de la pavimentación. La justificación práctica de la geomalla de bambú cuenta con un carácter físico y mecánico de muy buena calidad porque de esta forma la geomalla no impone ninguna restricción permitiendo la fusión de capas adyacentes, el material de revestimiento prolonga su vida útil funcionando mejor, cumpliendo con una mayor resistencia en el pavimento colocado y mejorando la estabilidad del suelo. La justificación metodológica para la elaboración de la investigación contaremos con una serie de ensayos, donde determinaremos las características físicas, todos acompañados con los procedimientos científicos, ya obteniendo la confiabilidad y validez se podrá realizar otras investigaciones que amplíen el conocimiento de las propiedades que tiene el bambú y su aplicación en todos nuestros centros de investigación del país. La justificación social mejora el estudio del pavimento con la aplicación de la geomalla de bambú en la subrasante y diseño de pavimento flexible en el Jirón Gloria Bamba, en el distrito de Puente Piedra, nos permitirá determinar si la geomalla de bambú es eficaz para el perfeccionamiento de la subrasante y diseño de pavimento flexible, con lo cual su implementación sería de gran importancia ya que reduciría los costos y generaría implementación de recursos de la zona con lo que no solo se fomenta mejorar la pavimentación eficiente de la zona sino que incrementaremos el dinamismo económico, o si, por el contrario, su contribución no genera ninguna mejora económica y de rendimiento en la subrasante y diseño de pavimento flexible.



## II. METODOLOGÍA

La información tomada en la investigación fue extraída de tesis, libros y artículos científicos, etc. Las plataformas utilizadas para la investigación fueron Alicia Concytec, Repositorio UCV, Scielo y Google académico. Encontrándose artículos y mayor información en tesis relacionados con el uso de geomallas de bambú elaborado con micro celdas a diferentes medidas de 3cm y 5cm relacionados en la aplicación de la geomalla de bambú en la subrasante para mejorar las pertenencias del esquema de piso asfáltico, para lo cual la información extraída debe cumplir con varios aspectos en lineamiento a la investigación, para así poder ser analizadas, y a su vez deben estar certificadas. Los datos obtenidos del procesamiento de la información extraída son mediante la interpolación de los datos, para luego compararlas con los resultados propios de la investigación del peso de la geomalla de bambú en la subrasante y el diseño del pavimento flexible en el jr. Gloria Bamba en el distrito de Puente Piedra. La investigación nos ofrece una solución a los diversos problemas existentes utilizando el conocimiento previo obtenido del mejoramiento de la cimentación bajo la influencia de la geomalla biaxial, se basa en los antecedentes donde se utiliza el material geomalla de bambú biaxial y triaxial, por lo que los experimentos que realizan en el laboratorio podrían mejorar la base para obtener resultados favorables, por lo que se considera un tipo aplicable porque se enfoca en el aprendizaje y la resolución. problemas en la vida real, Para luego llevar a cabo la investigación se tiene que efectuar el esquema de la pista asfáltica con sus respectivas alturas de capas y la introducción de la geomalla de bambú en la subrasante a 10cm, 15cm y 20cm de altura en su forma biaxial y triaxial con un tamaño de abertura de 25 cm y 40 cm. Para luego llevarlos a los laboratorios y realizar ensayos de capacidad portante (CBR%) y la densidad máxima seca (g/cm<sup>3</sup>).

### III. RESULTADOS

Yupanqui (2019), diseño con botellas plásticas de materiales reciclados una fibra con el espesor de 2mm a 4mm para la elaboración de geomallas, trenzando 8 fibras logrando una solidez promedio 40kg y fue instalado en la subrasante cubriendo con una capa de 20cm de material afirmado. Realizando un ensayo con la viga Benkelman en el pavimento acabado, aplicando una metodología pre experimental. Después del ensayo realizado se logró ver un incremento en su capacidad estructural. Concluyendo que la geomalla con botellas recicladas tiene una excelente capacidad en pavimentos logrando mejorar con la malla uniaxial 1.14%, biaxial 13.05% y multiaxial 16.26%. Según Aguado (2020), sugirió en su estudio utilizar geomallas triaxiales para aumentar la estabilidad de los suelos blandos, reducir el coste de los pavimentos típicos y aumentar la vida útil de los pavimentos flexibles. El planteamiento es exploratorio y práctico. El asentamiento humano del distrito de Ventanilla, Virgen de las Mercedes, constituye la población. La geomalla triaxial utilizada en los pozos de ensayo y estudios de tráfico mejoró la flexibilidad del pavimento al aumentar su resistencia y reducir el Axial en 103000 en 17,5 cm en las capas granulares. Por último, al disminuir el espesor del pavimento flexible en un 30% para la base y en un 33,33% para la subbase, la geomalla triaxial alarga la vida útil del pavimento. Montalvo (2021), sugirió en su estudio determinar efecto del uso de geomalla biaxial sobre la estabilidad del suelo arenoso que refiere al CBR de la subrasante. El método que se logró utilizar en la investigación es experimental y transversal. La herramienta que se logró utilizar para la recolección de fichas es la información y exploraciones bibliográficas. La muestra consta del trayecto de la Av. Lima Mz. I - A.H. 31 de diciembre - Ventanilla. El resultado arrojó una comparación con el CBR del subsuelo sin incorporar la geomalla, al colocar el refuerzo de geomalla de dos capas y con refuerzo de geomalla de tres capas. Las cuales teniendo un suelo natural 10,3% y con la instalación de geomallas tubo una mejora de CBR 11,8%, 17,9% y 12,0% respectivamente. Estos resultados les permiten determinar la conclusión, que al colocar una geomalla a nivel de subrasante genero aumento porcentual en la producción de CBR en comparación con la producción subrasante sin geomalla. El aumento es del 1,5% para una capa de geomalla y del 7,6% se logró para la instalación de dos capas de geotextil y

1,7% para la colocación tres mantos. Al incorporar la geomalla de tres capas, implica la ampliación del porcentaje disminuyendo la medida que se genera al reducir la influencia entre la muestra de suelo natural y mediante la incorporación de las geomallas con diferentes capas el suelo mejora su capacidad portante. Mohammed (2020), cuyo estudio tuvo como objetivo apreciar la perfección del desplazamiento portante de la capa subrasante a partir de la colocación de geomalla como refuerzo del pavimento. La población de la escuela secundaria del pluriétnico de la Municipalidad de Carurú, del departamento de Vaupés. De acuerdo al resultado obtenido, las geomallas triaxiales ofrecen un gran aporte en la capa estructural de la subrasante por el aislamiento del material que se originan en los agrietamientos y disminuyendo moderadamente las fallas por deslizamiento lateral, del mismo modo, se aplicaron cargas cíclicas con un incremento de carga lineal que tardó 1,3 segundos en completarse, aumentando de 2,2 KN a 40 KN. Durante este tiempo, se midió la profundidad de la ranura superficial y las tensiones verticales. Se anotaron la profundidad del surco superficial y las tensiones verticales. Las conclusiones del estudio demuestran que la formación de surcos se redujo cuando se añadieron ambos tipos de geomallas al pavimento flexible. Además, la geomalla triaxial ejerció menos presión que tanto la geomalla no reforzada como la reforzada. Además, la adición de geomallas redujo la  $\epsilon$  de la tapa en un 6% con la geomalla biaxial y en un 7% con la geomalla triaxial. Además, se demostró que el uso de geomallas aumenta la cifra de aplicación del peso en el componente de 1,5 a 7,5 para el mismo nivel de formaciones de surcos. Según Díaz (2020), tuvo como objetivo de este proyecto utilizar cemento, cal geotextil y geomallas para estabilizar suelos cohesivos. Se empleó el espesor del pavimento como variable de respuesta. Las propiedades físicas con (límite líquido, límite plástico, índice plástico), para el CBR se necesita las compactaciones realizadas. Utilizando la norma RNE Y MTC-2014 para el procedimiento y características mediante el ensayo del laboratorio con la muestra que se logró extraer del terreno. Con la incorporación de cal 6%, 4%, 2% y 0%, así como la adición del cemento en la misma proporción de cemento, se estabilizaron dos tipos de suelos. Sobre la base de los cuatro resultados de cada muestra (C-1 y C-4), el porcentaje ideal de cemento y cal se define en el 4% y el 3%, lo que condujo a una reducción de diseño del pavimento flexible base 15,38% y subbase 36%. El espesor

de la capa de base de geotextil tejido se reduce al 19,23% cuando se utiliza refuerzo de geomalla biaxial y triaxial. El espesor de la capa base de la subbase también se reduce en un 28%. Abbas, Mohammed, Al-Saadi y Abbas (2020), objetivos principales del estudio es obtener resultados que otorga al utilizar la geomalla (tensar ss) en el refuerzo. Los pavimentos flexibles tradicionales se construyen sobre superficies de carreteras débiles. Determinando dos ubicaciones óptimas para la integración de sistema de pavimento con geomalla utilizando condiciones de carga constante al cambiar la posición de la geomalla. Como resultado este proceso reveló el efecto de las geomallas en la tipología de la faceta del pavimento, disminuyendo la deformación por corte longitudinal y transversal de las capas no conectadas. Concluyendo que se puede mejorar el rendimiento de la carretera colocando una capa de geomalla en el tercio superior de la capa y en la segunda capa requiriendo una interfaz de subrasante para que se logre la estabilidad estructural. Mohammed, Alvarez y Bermúdez (2020), Estudio relativo de la aplicación de geomallas biaxiales con elementos que puedan afianzar el pavimento asfaltado. El objetivo de la investigación es calcular los materiales del diseño del pavimento usando geosintéticos incluidos en la geomalla utilizando un sistema para lograr establecer la calidad de los atributos y realizar dos diseños según la metodología AASHTO-93. Es, por un lado, convencional y, por otro, obtenida con elementos de refuerzo de geomalla biaxial. Esto incluye el desarrollo y avance de los materiales geosintéticos en el segmento de la construcción, dando como resultado las propiedades y partes de los elementos antes mencionados conducentes a la obra de proyectos viales. En el diseño del pavimento flexible tuvo como resultados una estructura de 45 cm las cuales son, subbase 20 cm, base 20, superficie asfaltico 5 cm, consiguiendo una reducción de 17 cm respecto al pavimento convencional. Hu, et al (2022), Este estudio se centró en analizar las propiedades mecánicas del refuerzo de bambú y los efectos de su uso en la subrasante de mezcla suelo-roca en zonas montañosas. Además, se evaluaron las características de interfaz de la rejilla de bambú uniaxial/biaxial en dicha mezcla. El objetivo principal fue promover el uso de esta red en estas zonas. Además de eso, se ha determinado que su resistencia a la tracción promedio es de 236,01 MPa. Asimismo, es importante resaltar que el refuerzo de bambú tiene características importantes en cuanto a corte y flexión. El uso de una rejilla de bambú uniaxial

produce una curva de extracción que suaviza las tensiones. En relación a la rejilla de bambú biaxial, se puede observar que la presencia de una fuerza de compresión provoca que su curva de extracción se endurezca por deformación. Ogunkunbi and Jimoh (2019), Diseño y análisis económico de pavimentos flexibles sobre subrasantes de geosintéticos reforzados. En este estudio, investigamos el efecto del refuerzo de geomalla sobre las propiedades mecánicas de áreas poco reforzadas. Superficies de carreteras en términos de su ubicación adecuada en las estructuras viales y su impacto en los costos de desarrollo. La estructura del pavimento fue diseñada para tránsito liviano, mediano y pesado utilizando tres métodos de diseño con mejoras de subrasante. Los correspondientes beneficios de costos relativos también se determinaron con base en la reducción del espesor del pavimento. Los resultados del diseño demuestran que las geomallas son un factor clave en la reducción del espesor del pavimento, ya que las geomallas ahorraron entre un 13% y un 67% en el espesor del pavimento para todos los métodos de diseño de pavimento utilizados. Tapia (2023), La finalidad del proyecto fue calcular el efecto de la geomalla biaxial sobre una subrasante de pavimento flexible en Calle 3, un área urbanizada de Puente Piedra, Las Vegas. Se aplicaron diseño cuasiexperimental, nivel de correlación y enfoques cuantitativos. La población consta de tres pozos y la muestra es el pozo con peor suelo. La muestra es no probabilística y el equipo utilizado para recolectar los datos incluye: Esto incluye observaciones, justificación de variables, hojas de datos técnicos y pruebas. Esto aumentó el CBR a  $6,3 \pm 2,1$  para la muestra estándar, y la densidad máxima de la prueba Proctor también aumentó a  $2,036 \text{ g/cm}^3$  para la muestra estándar. El volumen de muestra aumentó hasta  $2.042 \text{ g/cm}^3$ , incluyendo la segunda capa de geomalla, y el coste final tuvo que reducirse en S/min. 130,624.45 y S/. 134,410.15 para S/ subsuelo y subsuelo no reforzado. 91,920.91 y S/101,715.79 Al incluir la geomalla en las tres primeras capas del subsuelo, se concluye que la geomalla biaxial mejoró el subsuelo del sitio. Ravindran, et al (2019), En el presente estudio, se llevaron a cabo pruebas de modelos de laboratorio para evaluar el asfalto y la carga cíclica sobre subbases compuestas de cenizas volantes de diferentes espesores colocadas sobre una subrasante de arena. Se implementaron diferentes variantes de subbase incorporando debajo de ella una geomalla basal de bambú, con el fin de reforzarla. Además, se examinaron las opciones de utilizar geoceldas

de bambú con y sin una geomalla basal de bambú simple para fortalecer aún más la subbase. Durante las pruebas de carga cíclica, se observó una disminución significativa en las deformaciones cíclicas y permanentes en los modelos reforzados en comparación con los modelos no reforzados. Se logró una reducción del 44 % en la deformación cíclica y una reducción del 35 % en la deformación permanente mediante el uso de una subbase de cenizas volantes reforzada con un cojín de geocelda de bambú y una geomalla de bambú simple.

#### **IV. CONCLUSIONES**

En la presente investigación se determinó que la variable independiente será la geomalla de bambú para lo cual nos apoyamos con la norma E100, definiendo una estructura biaxial y triaxial, ubicándolos en la subrasante a una profundidad de 7cm, 12cm y 17cm. las cuales fueron determinados en un crecimiento aritmético y los antecedentes usaron otras profundidades. por lo cual serán idóneos para contrastar resultados del comportamiento de su influencia con las variables dependientes.

Para la variable dependiente 1 se considerará a las propiedades de la subrasante como capacidad portante y la densidad máxima seca, con la que definiremos la calidad del suelo para lo cual requeriremos los ensayos de granulometría, del CBR y Proctor modificado. En los cuales se usarán 63 espécimen y todos los ensayos estarán de acuerdo a la norma CE 0.10.

En la variable dependiente 2 consideraremos al diseño estructural del pavimento flexible, para lo cual usaremos la metodología del AASHTO 93, para la capa asfáltica usaremos el mínimo de acuerdo a la norma CE 0.10, ya que buscamos reducir material en el diseño introduciéndole geomalla de bambú, el espesor de las capas variara en razón de 5cm, ya que en la practicas facilitan más a los ingenieros.

## REFERENCIAS

- ARIAS GONZÁLES, José Luis; COVINOS GALLARDO, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. 2021. <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- BERMÚDEZ MANRIQUE, Windy Nataly; ALVAREZ CRUZ, Luis David. Análisis comparativo del uso de geomallas biaxiales como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. 2020. Tesis Doctoral. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9344/MONOGRAFIA%20FINAL%20DAVID-NATALY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CORREDOR, Gustavo. Experimento vial de la AASTHO y guías de diseño AASTHO. Disponible en: <https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/aashto-931.pdf>
- DÍAZ, Laura [et al]. La entrevista, recurso flexible y dinámico. Revista Investigación en educación médica [en línea]. 2013, vol. 2, n.º 7. [Fecha de consulta 30 de septiembre de 2023]. ISSN 2007-5057. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-50572013000300009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009)
- ESPINOZA, Eudaldo. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. Revista Conrado [en línea]. 2019, vol. 15, n.º 669. [Fecha de consulta 28 de septiembre de 2023]. ISSN: 1990-8644. Disponible en: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1052>
- ESTEBAN, Nicomedes. Tipos de investigación [en línea]. 2018. [Fecha de consulta 28 de septiembre de 2023]. Disponible en: [https://www.academia.edu/98517997/Tipos\\_de\\_Investigaci%C3%B3n](https://www.academia.edu/98517997/Tipos_de_Investigaci%C3%B3n)
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, et al. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Interamericana, 2018. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- HERNÁNDEZ, Osvaldo. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. Revista Cubana de Medicina General Integral [en línea]. 2021, vol. 37, n.º 3. [Fecha de consulta 29 de septiembre de 2023]. ISSN 1561-3038. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21252021000300002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002)
- HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGRAW-HILL Interamericana editores, 2018, 714 pp. ISBN: 978-1-4562-6096-5. Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abu\\_so/Articulos/SampieriLasRutas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abu_so/Articulos/SampieriLasRutas.pdf)



- HERNÁNDEZ, Sandra y DUANA, Dánae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA, 2020, vol. 9, no 17, p. 51-53 [Fecha de consulta 30 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>
- HU, Yong, et al. Feasibility Study on the Bamboo Grid Instead of Geogrid for Soil–Rock Mixture Subgrade Reinforcing. Materials, 2022, vol. 15, no 12, p. 4047. <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/12/4047>
- ISO. ISO 10318-1:2018: Geosynthetics — Part 1: Terms and definitions, 2018, 1 pp. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/68880.html>
- KARI Benites, M., & Olortegui Herera, 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(vía). Lima: Repositorio de la Universidad de Ciencias Aplicadas. Obtenido de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626363/Kari\\_B\\_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626363/Kari_B_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- LEE, Kang-Won Wayne; WILSON, Kathleen; HASSAN, Syed Amir. Prediction of performance and evaluation of flexible pavement rehabilitation strategies. Journal of traffic and transportation engineering (English edition), 2017, vol. 4, no 2, p. 178-184. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756417300922>
- LOPEZ, Pedro. Población muestra y muestreo. Revista Punto Cero [en línea]. 2004, vol. 9, n.º 8. [Fecha de consulta 29 de septiembre de 2023]. ISSN: 2224-8838. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)
- MANUAL de Carreteras. (2015). Perú: Editorial Macro. Recuperado de: <https://www.editorialmacro.com/producto?id=135>
- METODOLOGÍA de la investigación por Elías Mejía Mejía [et al.]. Lima: Unidad de Post Grado de la Facultad de Educación de la UNMSM, 2005. 239 pp. ISBN: 9972-834-08-05
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – sección suelos y pavimentos. Lima: MTC, 2014. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos Manual de Carreteras OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos Manual de Carreteras OK.pdf)
- MISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (enero, 2006). “Norma técnica E 100 – Bambú”, consultado el 1 de octubre de 2023. <https://waltervillavicencio.com/wp-content/uploads/2019/10/E.100.pdf>

- MORAN, Jorge. Manual de construcción con Bambú. Red internacional de bambú y Ratán, INBAR, Instituto de Vivienda, Construcción y Urbanismo – IVUC - de la Universidad de San Martín de Porres – USMP y la Dirección de Construcción del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 3ra edición, adaptada al Perú, 2015. Disponible en: [https://sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com/public/docs/construir\\_con\\_bambu\\_peru.pdf](https://sheltercluster.s3.eu-central-1.amazonaws.com/public/docs/construir_con_bambu_peru.pdf)
- MORLOTE S. y Celiseo S. (2003). Metodología de la investigación. Editorial MCGRAW-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. ISBN: 970-10-4611-0
- MUÑOZ R. (2015). Metodología de la investigación. Editorial Progreso S.A de C.V. ISBN 9786074265422
- ÑAUPAS, Humberto [et al]. Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la tesis. 5.a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018, 560 pp. ISBN. 978-958-762-876-0. Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abu\\_so/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abu_so/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf)
- OGUNKUNBI, G. A.; JIMOH, Y. A. Design and economic analysis of a flexible pavement on a geosynthetic reinforced subgrade. Journal of Applied Sciences and Environmental Management, 2019, vol. 23, no 1, p. 121–125-121–125. <https://www.ajol.info/index.php/jasem/article/view/183480>
- OSPINA, Janette. Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del Espinal - departamento del Tolima. Trabajo de especialidad, Universidad Cooperativa de Colombia). Recuperado de: <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500, 2018, vol. 12494, no 7482, p. 1. http://hdl.handle.net/20.500.12494/7482>
- OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 26 de septiembre de 2023]. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071795022017000100037](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071795022017000100037)
- PICADO MUÑOZ, Mauricio. Evaluación de la resistencia a fatiga por reflejo de grietas en sobrecapas asfálticas reforzadas con materiales geosintéticos. 2018. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/5643/1/42570.pdf>
- PIZA, Narcisa, AMAIQUEMA, Francisco y BELTRÁN, Gina. Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. Revista Conrado [en línea]. 2019, vol. 15, n.º 70 [Fecha de consulta 30 de septiembre de 2023]. ISSN 1990-8644. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442019000500455](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500455)
- PONCE, María y PASCO, Mario. Guía de Investigación. Perú: Universidad Católica del Perú, 2018. 54 pp. ISBN: 9786124731181

- POORIA Ghadir, Mostafa Zamanian, Nazanin Mahbubi-Motlagh, Mohammad Saberian, Jie Li, Navid Ranjbar (2021) Shear strength and life cycle assessment of volcanic ash-based geopolymer and cement stabilized soil: A comparative study, *Transportation Geotechnics*. Volume 31, 100639, ISSN 2214-3912, <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2021.100639>.
- RAJABI, A.M., Ardakani, S.B. & Abdollahi, A.H. (2021). The Effect of Nano-Iron Oxide on the Strength and Consolidation Parameters of a Clay Soil: An Experimental Study. *Iran J Sci Technol Trans Civ Eng* 45, 1759–1768. <https://doi.org/10.1007/s40996-021-00640-9>
- RAVINDRAN, S., et al. Unpaved road stabilization using bamboo grid and bitumen coated bamboo cells. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 2019, vol. 56, p. 346-351. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11204-019-09613-7>
- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones. Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Lima 2010. 71 pp. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2365614/14%20CE.010%20PAVIMIENTOS%20URBANOS%20DS%20N%C2%B0%20010-2010.pdf?v=1636051827>
- SAHA, Dulal Chandra; MANDAL, J. N. Performance of reclaimed asphalt pavement reinforced with Bamboo geogrid and Bamboo geocell. *International Journal of Pavement Engineering*, 2020, vol. 21, no 5, p. 571-582. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10298436.2018.1502432>
- TAPIA GAMBOA, Ronaldo Guillermo. Influencia de geomalla biaxial en la subrasante para pavimento flexible de la calle 3 urbanización Las Vegas, Puente Piedra 2023. 2023. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/120772>
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica 2da. Edición. Editorial San Marcos, 2013. <https://rincondelibrosdigitales.blogspot.com/2019/04/pasos-para-elaborar-proyectos-de.html>
- VEGA, Genaro [et al]. Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal*, 2014, [Fecha de consulta 28 de septiembre de 2023]. ISSN: 1857 – 7881. Disponible en: <https://paperity.org/p/59072095/paradigmas-en-la-investigacion-en-foque-cuantitativo-y-cualitativo>