



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Análisis comparativo entre el diseño de pavimento flexible
tradicional y el pavimento flexible reforzado con geomallas,
Moquegua, 2022.**

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

AUTORES:

Bautista Cosi, Hernan Oliver (orcid.org/0000-0001-5003-9905)
Quispe Paripanca, Eloy Freddy (orcid.org/0000-0001-9175-9730)

ASESOR:

Mg. Segura Terrones, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-9320-0540)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres Eleuterio Bautista Cosi y Tomaza Cosi Bautista, por haberme dado la vida y cuidar de mí, en cada etapa de mi vida, con valores y principios, guiando mis pasos hasta alcanzar mis metas. Al amor de mi vida Sonia Carmen Ramos Ramos y mi hija Keyli Anyeli Bautista Ramos que fueron mi inspiración para ser mejor cada día.

(Hernán Oliver Bautista Cosi)

Con mucho cariño dedico esta tesis a Dios y a mis padres Eloy Quispe Jorge y Valvina Paripanca Hinojosa, por haberme dado la vida y guiar mis pasos en cada etapa de mi vida con principios y valores, motivándome en siempre seguir adelante, así mismo dedicarle este trabajo a mi Esposa Roxana Ticona Córdova y mi hijo Thiago Quispe Ticona que son mi fuente de inspiración en seguir adelante día a día.

(Eloy Freddy Quispe Paripanca)

Agradecimiento

Mis más sinceros agradecimientos a Dios por derramar sus bendiciones, a mis padres Eleuterio Bautista Cosi y Tomaza Cosi Bautista por ser los primordiales promotores de mis sueños, Gracias al amor de mi vida Sonia Carmen Ramos Ramos y mi hija Keyli Anyeli Bautista Ramos, por darme ese impulso de superación en ser el mejor cada día, sin su apoyo incondicional en todos los ámbitos no hubiera podido llegar a donde estoy.

(Hernán Oliver Bautista Cosi)

Agradecer a Dios por derramar sus bendiciones para alcanzar la meta de en vida profesional, a mis padres y a mi familia, por que ellos son la inspiración de mi vida para seguir superándome por ser el mejor

(Eloy Freddy Quispe Paripanca)

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de figuras	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	16
VI. CONCLUSIONES	22
VII. RECOMENDACIONES	23
REFERENCIAS	24
ANEXOS	28
Anexo 1. Matriz de consistencia	
Anexo 2. Matriz de operacionalidad	

Índice de figuras

Imagen 1.-Periodo (en años) diseño	7
Imagen 2.-Fds de diseño	8
Imagen 3.-Niveles de confiabilidad.....	8
Imagen 4.-Desviación estandar	9
Imagen 5.-Nivel de servicio	10
Imagen 6.-Sección de un pavimento flexible	12
Imagen 7.-Ubicación de las calicatas.....	14
Imagen 8.-Cuadro de resumen geomalla Tipo A	16
Imagen 9.-Cuadro de resumen geomalla Tipo B	16
Imagen 10.-Layer coeficiente Ratio.....	17
Imagen 11.-Valores del Número Estructural.....	17
Imagen 12.-Cuadro comparativo del número estructural	18
Imagen 13.-Nuevas capas de P.F reforzado con G.B Tipo A P-BX 2020 (20 KN/m)	18
Imagen 14.-Nuevas capas de P. F. reforzado con G. B. Tipo B P-BX 3030 (30 kN/m)	18
Imagen 15.-Comparativo de espesores de la capa del pavimento.....	19
Imagen 16.-Nueva estructuración de las capas granulares	19
Imagen 17.-Costo del pavimento sin refuerzo	20
Imagen 18.-Costo con geomalla biaxial Tipo A P-BX 2020	20
Imagen 19.-Costo con geomalla biaxial Tipo B P-BX 2020	20
Imagen 20.-Resumen de costos de las alternativas planteadas	21
Imagen 21.-Comparación de costo.....	21

Resumen

La presente investigación tuvo como principal objetivo evaluar el uso de la geomalla biaxial como refuerzo del pavimento flexible en la subbase aplicado en la Provincia General de Sánchez Cerro, Región Moquegua.

El desarrollo de esta investigación demuestra la viabilidad técnica del reforzamiento de un pavimento flexible utilizando geomallas biaxiales. El pavimento flexible propuesto está orientado para ofrecer el servicio sobre un suelo pobremente graduado (SP), según la clasificación SUCS y A-3 mediante clasificación AASHTO con un CBR de 18.1%. El diseño de pavimento está alineado con la norma AASHTO 93, proyectado para 15 años, un ESAL de 2, 105,034. se realizó dos diseños con dos tipos de geomalla de diferente resistencia, la geomalla biaxial Tipo A que es de 20KN y la geomalla Tipo B que es de 30KN, para ambos diseños se hizo mediante el método Geosoft Pavco V 3.0, esto con el fin de determinar los espesores de la base y subbase reforzada con la geomalla, además, se realizó los metrados para cada diseño obtenido con el objetivo de analizar los costos para cada escenario.

La metodología utilizada para la investigación es de diseño descriptivo en un grado de manipulación de la variable independiente de presencia – ausencia, además, tiene un enfoque cuantitativo y por la orientación se define como una investigación aplicada.

De la comparación realizada entre los tres diseños se obtuvo como resultado que la geomalla Tipo A genera una disminución 33% en la subbase y la geomalla biaxial Tipo B disminuye en un 40% la subbase la estructura del pavimento flexible, por otro lado, los costos se ven reducidos en un 3.4% y 2% respectivamente.

Palabras claves: Geomallas, biaxiales, subbase, costo.

Abstract

The main objective of this research was to evaluate the use of the biaxial geogrid as reinforcement of the flexible pavement in the subbase applied in the General Province of Sánchez Cerro, Moquegua Region.

The development of this research demonstrates the technical feasibility of reinforcing a flexible pavement using biaxial geogrids. The proposed flexible pavement is oriented to offer the service on a poorly graded soil (SP), according to the SUCS classification and A-3 by AASHTO classification with a CBR of 18.1%. The pavement design is aligned with the AASHTO 93 standard, projected for 15 years, an ESAL of 2,105,034. Two designs were made with two types of geogrid of different resistance, the Type A biaxial geogrid that is 20KN and the Type B geogrid that is 30KN, for both designs it was made using the Geosoft Pavco V 3.0 method, this in order to determine the thicknesses of the base and subbase reinforced with the geogrid, in addition, the measurements were made for each design obtained in order to analyze the costs for each scenario.

The methodology used for the investigation is of descriptive design in a degree of manipulation of the independent variable of presence - absence, in addition, it has a quantitative approach and by orientation it is defined as an applied investigation.

From the comparison made between the three designs, it was obtained as a result that the Type A geogrid generates a 33% decrease in the subbase and the biaxial Type B geogrid decreases the subbase by 40%, the structure of the flexible pavement, on the other hand, the costs are reduced by 3.4% and 2% respectively.

Keywords: Geogrids, biaxial, subbase, cost.

I. INTRODUCCIÓN

En la vida estructural del pavimento se vuelve un desafío de los profesionales en la especialidad vial, buscar nuevas soluciones técnicas y económicas para el mantenimiento y la rehabilitación de las carreteras evitando su degradación, prolongación de grietas, erosiones, presencia de humedad y los daños generados por cargas.

¿De qué manera interviene las geomallas en el diseño estructural de pavimento flexible en la Provincia General de Sánchez Cerro, Región Moquegua?

- **PE1:** ¿Cómo afectan las geomallas biaxiales al número de estructuras en un diseño de pavimento flexible?
- **PE2:** ¿En qué medida las geomallas biaxiales afectan el espesor de las capas granulares para el diseño de estructuras de pavimento resiliente?
- **PE3:** ¿En qué medida se incluyen las geomallas biaxiales en el costo de diseño del diseño rectangular?

Con el tiempo, mientras construimos las obras de pavimentación, se presentan diversos problemas, como mala calidad de suelo, suelos caídos o nivel de agua subterránea que da como resultado un suelo saturado y otras limitaciones de diseño.

Entre sí en cuanto a la escala del proyecto, es necesario tener soluciones que no son económicamente viables; porque hay que recalcar que no es igual el diseño para a costa, sierra o selva. (Condori. et al., 2016, p.25).

En la actualidad se utilizan materiales más económicos y aplicables en cuanto a prestaciones, uno de los cuales es el uso de geotextiles sintéticos, como refuerzo estructural o restauración de ligantes bituminosos.

Sin embargo, muchas personas aún desconocen que este material puede usarse como refuerzo en el pavimento flexible para contribuir a mejorar las propiedades de los suelos con bajo CBR o reducir el volumen de la estructura, y puede usarse como aislamiento para evitar el movimiento del suelo adyacente capas (Condori. et al., 2016, p.26).

Para utilizar los resultados de su investigación, pretende centrar su investigación en "Análisis de la contribución mecánica de materiales geosintéticos como refuerzo en paneles plásticos bajo diferentes construcciones de carga real" para crear nuevos tipos de producción.

Por lo que la contribución de las capas artificiales de la Tierra a la construcción de la vía es igual a cinco partes.

Además, se recomienda validar el modelo desarrollado comparando los resultados con los datos experimentales obtenidos en experimentos reales. (Villegas. et al., 2019, p.80).

Se ha demostrado que el uso de geomallas como refuerzo cambia la distribución de las barreras de carga de varias maneras.

Como resultado, la tasa de deformación permanente (degradación) disminuye y la vida útil del suelo aumenta.

Sin embargo, se ha demostrado que hay muchas situaciones en las que el refuerzo con geomallas no brinda beneficios efectivos.

La tarea principal es mejorar la viabilidad del diseño de geomallas que cumplan con los requisitos ambientales. (Haas, Walls, & Carroll.et al., 2017, p.23).

Destaca que un arreglo que funciona es aquel que encuentra respuesta a un evento específico al crear un proyecto, o intenta encontrar una alternativa en su caso ayuda a solucionarlo. (Bernal.et al., 2010, p.109).

Este estudio presenta una aplicación de diseño de manantial que integra un tejido geológico biaxial para contribuir en las propiedades mecánicas de un pavimento flexible en el cantón Sánchez Cerro, región Moquegua por ser una zona industrial. Con mucho tráfico y malas condiciones del suelo. (Bernal.et al., 2010, p.109).

Con las tecnologías geosintéticas o geomallas biaxiales se puede construir el muelle de forma más económica (menos horas de trabajo, menos minado, menos tiempo, así como geomallas biaxiales económicas).

Según explicaron, el análisis de costo y diseño del pavimento flexible realizado resultó en una disminución de aproximadamente 6.38% para el uso de la

geomalla como elemento de refuerzo del contrapiso. (Sivapriya & Ganesh-Kumar.et al., 2019, p.5).

El objetivo general fue determinar cómo se entrelazan las redes geológicas biaxiales con el diseño estructural de pavimentos blandos en el cantón Sánchez Cerro, distrito de Moquegua.

Los objetivos específicos son:

- **OE1:** Aprender cómo las geomallas biaxiales afectan la cantidad de estructuras al diseñar sistemas secuenciales.
- **OE2:** Calcular cómo se comportan las geomallas biaxiales con espesores de capa granular de estructuras de pavimento flexible.
- **OE3:** Calcular la cantidad de geomallas biaxiales incluidas en el costo de diseño del pavimento flexible.

II. MARCO TEÓRICO

Su objetivo principal fue analizar el conjunto de estructuras de tierra estructuralmente reforzadas para el diseño de pavimentos con el fin de mejorar sus líneas de investigación, demostrar la metodología aplicada y utilizar el experimento para determinar la clasificación de suelos con menor capacidad portante CBR <3%. (Orrala & Suarez.et al., 2017, p.10).

AASHTO 93 y diseño de geomalla biaxial. Métodos mencionados por los autores - nuevas medidas.

La rigidez estructural de la geomalla es mayor que en otros casos y el valor del módulo de Young El uso de este método no afecta la vida útil del revestimiento, el grado de deformación, pero (Bustamante.et al., 2016, p.32)

Además, varios geosintéticos, como geomembranas, geotextiles y geomallas, se han utilizado como materiales de refuerzo principales dentro de un molde CBR para comprender la mejora del piso.

Tunelización de geotextiles simples, dobles y triples dentro de un molde CBR. Como resultado, demostraron que la capacidad portante no deja de aumentar con el aumento de varias capas y que esta mejora difiere del tipo de materiales de construcción sintéticos utilizados.

La geomalla ha sido la herramienta dominante para optimizar las propiedades de CBR entre los tres sistemas de suelo sintético utilizados.

Finalmente, se realizó un diseño de pavimento flexible y un análisis de costos para obtener el número óptimo de capas para las geomallas.

El costo de implementación también se redujo en aproximadamente un 6,38 % cuando se utilizó la geomalla como refuerzo del suelo. (Vijayasimham y Shanmugam.et al., 2019, p.30)

Con el objetivo principal, los autores quieren conocer el comportamiento de la geomalla al reforzarse sobre pavimento blando.

Los autores concluyeron que reconocieron la nueva tecnología de asfalto y compararon las dimensiones tanto sin usar la geomalla como con el uso de la geomalla. (Taype & Tovar.et al., 2015, p.52)

Su investigación se denomina “Análisis de Superficies Vulnerables de Mantenimiento Vial en la Región Puno”. La idea principal es investigar los problemas visibles indicados por el pavimento irregular, con experiencia y monitoreo en el sitio, y hacer recomendaciones para abordar los problemas del pavimento. Con diseño experimental, evaluación del pavimento no rígido para ayudar a evaluar el nivel de daño de la capa de concreto asfáltico.

Concluye que los resultados obtenidos de la reparación vial propuesta permiten una reconstrucción oportuna y precisa de su condición operativa, mejorando así su calidad de servicio. Por lo tanto, el mantenimiento continuo de los carriles ayudará a mantener la seguridad y el transporte. (Katia.et al., 2015, p.23)

Se utilizaron dos tipos de geomalla, geomalla biaxial 20KN y geomalla LBO según método GEOSOFTE PAVCO V3.0, nuevo espesor en fondo y geomalla de fondo en cada ambiente. Se ha encontrado que la geomalla crea una barrera vial, lo que aumenta su vida útil y también logra las fuerzas causadas por el hecho de que la geomalla proporciona

Algunas aceras flexibles tienen una disminución que se puede descubrir a simple vista, lo que permite a los expertos proporcionar soluciones y pueden arreglarse como presión cuando nos dijo: Legcuía y Pacheco: han implementado la idea principal de estimar la superficie de la acera de acuerdo con el PCIS.

El proceso es la descripción gráfica de las condiciones de azúcar que nos dan información sobre el origen y los enlaces con dibujos o clima; Además, se menciona el diagnóstico de la carretera actual en las carreteras actuales y se determina si se encuentra en una declaración de servicio ideal o no, también proporciona las mejores opciones de disposición, como mantener el azúcar.

Diseño de investigación, hay una escena sobre Miguel Grau, quince cumpleaños en Huacho-Lima, donde se aplica el método PCI para obtener una descripción de la prueba de tierra a nivel de nivel de control. Control, muy malo, feo, regular, regular, bueno y excelente. En conclusión, no dijo que el uso del método PCI puede realizar a una persona con características preservadas en las carreteras flexibles, así como el modelo de daño que muestran, con la intención de preparar el método de solución para cada (2016).

Las teorías sobre el tema de investigación se toman de artículos científicos, revistas y libros de texto para obtener ideas claras y precisas en el trabajo de investigación.

Incrementar la resistencia y masa de las cargas colocadas sobre las aceras de alta textura, implementando o modificando las capas para que tengan el espesor adecuado, incluyendo todas las aceras flexibles, por la presencia de capas asfálticas en ellas, en cuanto a su textura.

Se comporta diferente, tiene capas inferiores más sólidas que las superiores, como pavimento invertido. (Mejia.et al., 2005, p.28)

$$\log_{10}Wt18 = Z_R * S_0 + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}M_R - 8.07 \quad (1)$$

Las variables de diseño y construcción de cada estructura de esta categoría se relacionan con la confiabilidad ambiental y la seguridad vial. (Corredor (Corredor.et al., 2015, p.20)

El período de tiempo requerido para el deterioro de un pavimento nuevo o restaurado desde el 'nivel de servicio inicial' hasta el nivel de 'servicio final' especificado se conoce como el 'período de comportamiento', momento en el que se requiere una reparación de recuperación. (Corredor.et al., 2015, p.20)

Imagen 1.-Periodo (en años) diseño

Tipo de facilidad vial	Periodo de (en años)Análisis	diseño
-Urbana de alto volumen-	-30-50-	15-20 (30)
-Interurbana de alto volumen-	-20-50-	15-20 (30)
-De bajo volumen-	-20 – 30-	12 - 15
-Pavimentada con asfalto-	-15-25-	5-Dic
Con rodamiento sin tratamiento	Oct-20	

Fuente: Fuente propia

Estos son automóviles que dividen el año en días del año (365 días) y 24 horas para conocer el tráfico nacional general, las condiciones de las carreteras o el tráfico, por ejemplo, el diseño del pavimento.

$$W_{t18} = EE_o * F \quad (2)$$

EEo = Cargas acumuladas en el primer año del periodo de diseño

$$EE_o = TPDA * \%Vp * FC * fds * D \quad (3)$$

TPDA = Trafico promedio Diario Anual, para el primer año del periodo de diseño.

%Vp = Porcentaje de vehículos de carga dentro del volumen de tráfico total.

FC = Factor camión, o carga equivalente total por camión promedio.

Fds =Factor de distribución del tráfico por sentido de circulación.

D = Días por año en que circulara por el canal de diseño el tráfico definido por los términos anteriores (365 días en este proyecto).

$$F = \frac{\{(1+TC)^{n-1}\}}{TC} \quad (4)$$

F = Factor de crecimiento

Tc= tasa de crecimiento interanual

n= periodo de diseño

Imagen 2.-Fds de diseño

Sentido de circulación	Fds
2	50
4	45
6 o mas	40

Fuente: Corredor. et al., (2015)

La confiabilidad es un factor determinante de la seguridad del pavimento y la capacidad que soportará el pavimento en un determinado nivel de uso, no la cantidad real de Carga (WT) aplicada. (Corredor.et al., 2015, p.20)

Imagen 3.-Niveles de confiabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750 001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}		>30'000,000	95%

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. et al., (2013)

Imagen 4.-Desviación estandar

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000
	T _{P1}	150,001	300,000
	T _{P2}	300,001	500,000
	T _{P3}	500,001	750,000
	T _{P4}	750 001	1,000,000
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000
	T _{P15}	>30'000,000	

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. et al., (2013)

Imagen 5.-Nivel de servicio

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP13	20'000,001	25'000,000	-1.645
	TP14	25'000,001	30'000,000	-1.645
	TP15		>30'000,000	-1.645

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. et al., (2013)

Para: CBR < 10%

$$M_r = 1500 * CBR (psi) \quad (5)$$

Para: CBR de 10% a 20%

$$M_r = 3000 * CBR^{0.65} (psi) \quad (6)$$

Para: CBR > 20%

$$M_r = 4326 * \ln CBR + 241 \text{ (psi)} \quad (7)$$

El método AASHTO 2002 proporciona una fórmula para la correlación del módulo elástico con CBR que se puede aplicar en todos los casos.:

$$M_r = 2555 * CBR^{0.65} \text{ (psi)} \quad (8)$$

Esta investigación determina las propiedades mecánicas y propiedades del subsuelo. La clasificación de granos y la determinación de CBR se realizarán mediante pozos de 1 m x 1 m con una profundidad de 1,20 m a 1,50 m. Los análisis y resultados obtenidos se basarán en sus características obtenidas de publicaciones de diferentes autores que reportan los análisis in vitro. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones. et al., (2013))

La carga de tráfico de los vehículos, gracias a la cual la condición y SR cambian el espesor de la zanja de drenaje, la resistencia disminuye, qué carga afecta su condición SR, mejor es el sistema de información Presencia de agua es más importante para el impacto en la carretera superficie. (Castaño Martinez, Herrera Betin, Gomez Saenz, & Reyes Liscano. et al., 2009, pág. 20).

Como suelo primitivo para la carretera después de la excavación y el relleno, la estructura de pavimentación de diseño se dispondrá en la base de los cimientos. (Ministerio de transportes y comunicaciones. et al., 2013, pág. 23).

Esta capa, ubicada debajo de la capa asfáltica, tiene el efecto de transmitir y distribuir todas las fuerzas que ejercen los automóviles en el tráfico.

Esto debe incluir materiales prestados (CBR 80%), o debe instalarse de acuerdo con las necesidades del proyecto.

El propósito del pedestal es absorber las tensiones transmitidas por la carga del vehículo y, además, distribuir estas tensiones uniformemente en el pedestal.

Según la Road User's Guide (2014) que establece que el sustrato se encuentra antes de la capa de desgaste, la función principal del sustrato es distribuir las cargas y fuerzas que se producen debido a los impactos de los automóviles en el tráfico.

La capa de rodillos es la parte principal del adoquín, puede ser flexible, dura o de adoquín, actuando como contrapeso directo para soportar el movimiento.

Imagen 6.-Sección de un pavimento flexible



Fuente: Propio

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo

Este tipo de investigación está enfocada porque encuentran y modifican el problema. (Borja.et al., 2012, pág. 10)

3.1.2. Diseño de Investigación

Este es un proyecto no experimental con una descripción descriptiva de las características de la cosecha. (Borja.et al., 2012, pág. 29)

3.2. Variables y operacionalización

Para la variable independiente se tiene el diseño estructural del pavimento no es rígido y para la variable dependiente se tiene geomallas de dos ejes.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Hernández (2013, p.175), El conjunto de elementos a escanear se denomina población. Las calles paralelas de calle Mariano Lino son residenciales.

Muestra

Hernández (2013, p.175), Esto es para la muestra de conexión muestra seleccionada, son 0.7 km desde calle Mariano Lino hasta el casco urbano.

Muestreo

Según Hernández et al. (2013, p.176), El muestreo no probabilístico se utiliza cuando la selección de ítems no depende de las probabilidades de que los factores estén asociados con diferentes características de la investigación o los intereses individuales de cada investigador. En este caso el muestreo es improbable, tomaremos muestras con una longitud de 0,7 km partiendo de la calle Mariano Lino.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para este proyecto, una estrategia de información en páginas técnicas, resúmenes, imágenes y más. recurso, mecanismo o papel o investigación o conocimiento utilizado para obtener resultados de la tierra cerca de la carretera.

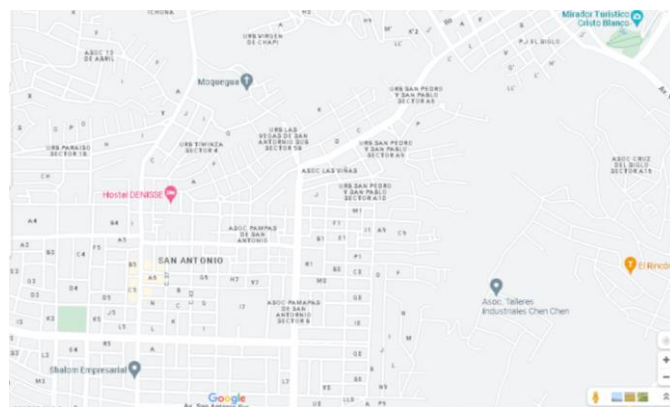
3.5 Procedimiento

Para el diseño de pavimentos no rígidos reforzados con geomallas biaxiales se realizaron los siguientes ensayos y cálculos según el método AASTHO 93:

3.5.1. Zona de estudio

Hasta el momento se han determinado los parámetros físico-mecánicos del suelo vertido para la estructura de pavimento no rígido reforzado con geomallas biaxiales en la calle Mariano Lino.

Imagen 7.-Ubicación de las calicatas



Fuente: Google Maps

La Figura 2 muestra alternativamente dos tajos abiertos en el área que cubre la progresiva calle San Antonio de Padua desde 0.000 hasta 0.700 calle Mariano Lino

3.5.2. Estudio de Suelos

Para determinar el tamaño de las capas de pavimento se ensayó el suelo de la subcapa de acuerdo con la CE.010 para pavimentos urbanos para el diseño estructural de pavimentos no rígidos.

3.6. Método de análisis de datos

Para la presente investigación se recopiló todos los datos del diseño utilizando Geosoft v3.0, lo cual el método de análisis se tomó en cuenta el objetivo del estudio y la información sobre los datos obtenidos.

3.7. Aspectos éticos

Un investigador honesto debe ser honesto en su defensa (p. 354). En nuestro trabajo de investigación, nos esforzamos por obtener resultados reales y justos. De lo contrario, todo o texto. (Ojeda, Quintero y Machado et al., 2017, pág. 20)

IV. RESULTADOS Y DISCUCION

Calcule el número de geomallas biaxiales que componen el número de construcción para el diseño estructural de la losa resiliente.

Para el Tipo A (20 kN/m) geomalla se presentan los valores en la tabla N°10

Imagen 8.-Cuadro de resumen geomalla Tipo A

Geomalla Biaxial Tipo A (20 kN/m)	
Numero Estructural (SN)	2,8
Espesor Granular Equivalente (Hge):	33,5 cm
Espesor Granular Equivalente (Hgr):	25,6 cm
Layer Coeficiente Ratio (LCR)	1,31
Espesor Carpeta Asfáltica	9 cm
Numero de Capas Granulares	2
CBR Subrasante (%)	18.1

Fuente: Geosoft v3.0

Para el Tipo B (30 kN/m) geomalla se presentan los valores en la tabla N°11

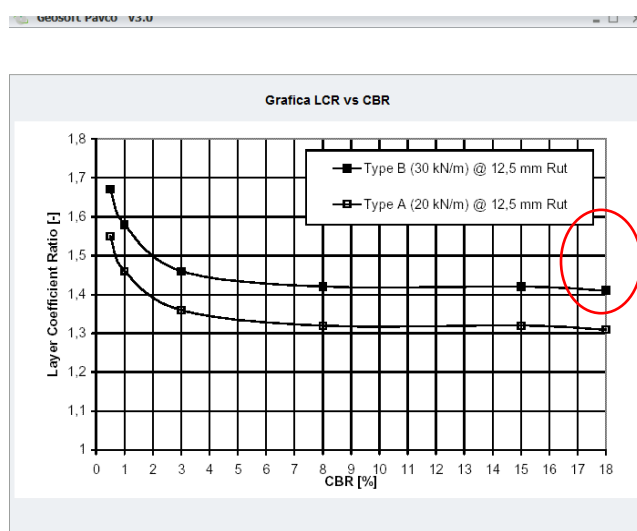
Imagen 9.-Cuadro de resumen geomalla Tipo B

Geomalla Biaxial Tipo B (30 kN/m)	
Numero Estructural (SN)	2,8
Espesor Granular Equivalente (Hge):	33,5 cm
Espesor Granular Equivalente (Hgr):	25,6 cm
Layer Coefficient Ratio (LCR)	1,31
Espesor Carpeta Asfáltica	9 cm
Numero de Capas Granulares	2
CBR Subrasante (%)	18.1

Fuente: Geosoft v3.0

En la figura N°09 Se muestra el valor de ratio de 18.1% del nivel de las capas en el CBR interfiere en cada tipo de geomalla.

Imagen 10.-Layer coeficiente Ratio



Fuente: Geosoft v3.0

Luego de haber diseñado la geomalla biaxial reforzado y no reforzada se utilizó el método AASHTO 93, y se tiene los siguientes valores utilizando el software Geosoft v3.0.

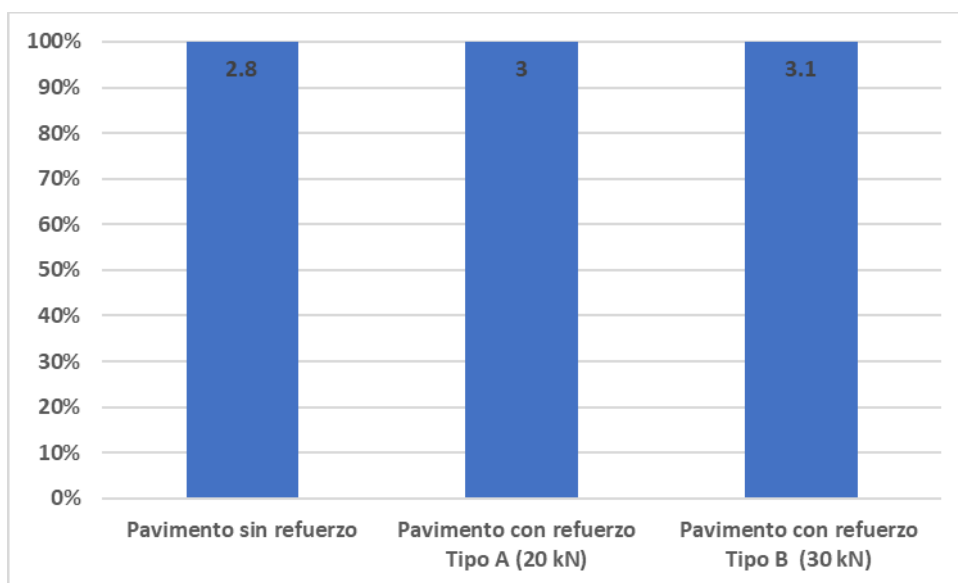
Imagen 11.-Valores del Número Estructural

Alternativas de Solución	Numero Estructural
Pavimento sin refuerzo	2.8
Pavimento con refuerzo Tipo A (20 kN)	3
Pavimento con refuerzo Tipo B (30 kN)	3.1

Fuente: Propio

En la Tabla N°11 Para la geomalla tipo A (20 kN/m) se muestra el valor del volumen de la cumbrera flexible de 0.3.

Imagen 12.-Cuadro comparativo del número estructural



Fuente: Propio

Se utilizó el software Geosoft PAVC v.30 para el cálculo del espesor de la nueva capa para la geomalla tipo A (20 kN/m) teniendo como resultado los valores indicados en la tabla N°12.

Imagen 13.-Nuevas capas de P.F reforzado con G.B Tipo A P-BX 2020 (20 KN/m)

Capas	Esp. Normal (cm)	con GB 20 kN/m	Diferencia (cm)
Carpeta de Rodadura	9	9	0
Base	10	10	0
Subbase	20	15	5

Fuente: Propio

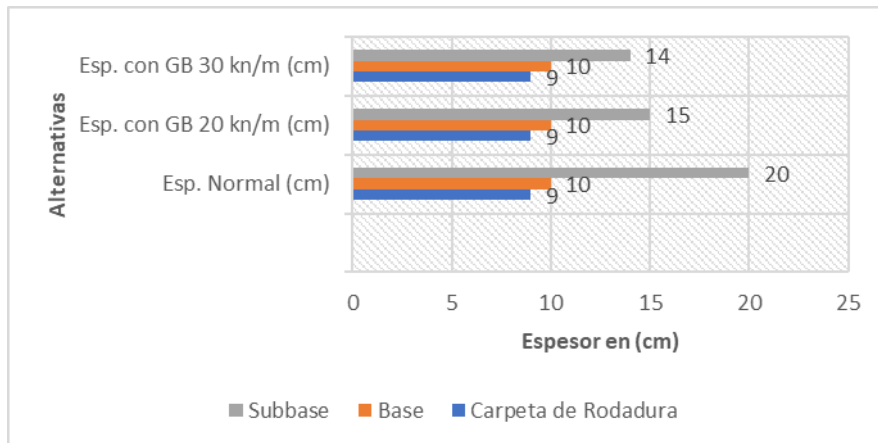
Imagen 14.-Nuevas capas de P. F. reforzado con G. B. Tipo B P-BX 3030 (30 kN/m)

Capas	Esp. Normal (cm)	con GB 20 kN/m	Diferencia (cm)
Carpeta de Rodadura	9	9	0
Base	10	10	0
Subbase	20	14	6

Fuente: Propio

En la tabla N°15 Se muestra que utilizando los tipos de geomalla tanto de 30 kN/m como de 30 kN/m tiene una mejora estructural de 6cm.

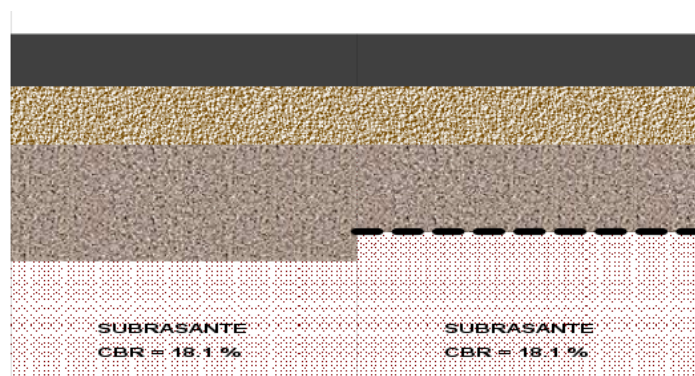
Imagen 15.-Comparativo de espesores de la capa del pavimento



Fuente: Propio

En la imagen N° 6: Se aprecia que el uso de las geomallas debajo de la cimentación tiene buena resistencia.

Imagen 16.-Nueva estructuración de las capas granulares



Fuente: Geosoft PAVCO v3.0

Analizar y calcular si la geomalla biaxial produce un mayor costo en su optimización.

En la tabla N°15, indica que el pavimento flexible convencional tiene un costo de 205,834.05 nuevos soles.

Imagen 17.-Costo del pavimento sin refuerzo

ITEM	Descripción	Und	Metrado	C. U.	Parcial
1	Pavimento Flexible sin refuerzo				
1.01	Subbase granular e = 0.20 m	m2	3015	15.22	45888.3
1.02	Base granular e = 0.10 m con equipo pesado	m2	3015	20.8	62712
1.03	Imprimación asfáltica (dosificación 40 gl/m2 - tanque 1800 gl)	m2	3015	4.1	12361.5
1.04	Carpeta asfáltica en caliente de 7 cm	m2	3015	28.15	84872.25
					205,834.05

Fuente: Propia

En la tabla N°16, indica que el pavimento reforzado con geomalla (20 kN/m) tiene un costo de 198,387.00 nuevos soles.

Imagen 18.-Costo con geomalla biaxial Tipo A P-BX 2020

ITEM	Descripción	Und	Metrado	C. U.	Parcial
2	Pavimento flexible reforzado con Geomalla Biaxial tipo A				
2.01	Subbase granular e = 0.15 m	m2	3015	9.5	28642.5
2.02	Geomalla Biaxial Clase A (20Kn)	m2	3015	5.1	15376.5
2.03	Base granular e=10 con equipo pesado	m2	3015	18.95	57134.25
2.04	Imprimación asfáltica (dosificación 40 gl/m2 - tanque 1800 gl)	m2	3015	4.1	12361.5
2.05	Carpeta asfáltica en caliente de 7 cm	m2	3015	28.15	84872.25
					198387

Fuente: Propia

En la tabla N°17, indica que el pavimento reforzado con geomalla (30 kN/m) tiene un costo de 199,743.75 nuevos soles.

Imagen 19.-Costo con geomalla biaxial Tipo B P-BX 2020

ITEM	Descripción	Und	Metrado	C. U.	Parcial
3	Pavimento flexible reforzado con Geomalla Biaxial tipo B				
3.01	Subbase granular e = 0.14 m	m2	3015	9.5	28642.5
3.02	Geomalla Biaxial Clase B (30 Kn)	m2	3015	5.6	16884
3.03	Base granular e=10 con equipo pesado	m2	3015	18.9	56983.5
3.04	Imprimación asfáltica (dosificación 40 gl/m2 - tanque 1800 gl)	m2	3015	4.1	12361.5
3.05	Carpeta asfáltica en caliente de 7 cm	m2	3015	28.15	84872.25
					199743.75

Fuente: Propio

Resumen

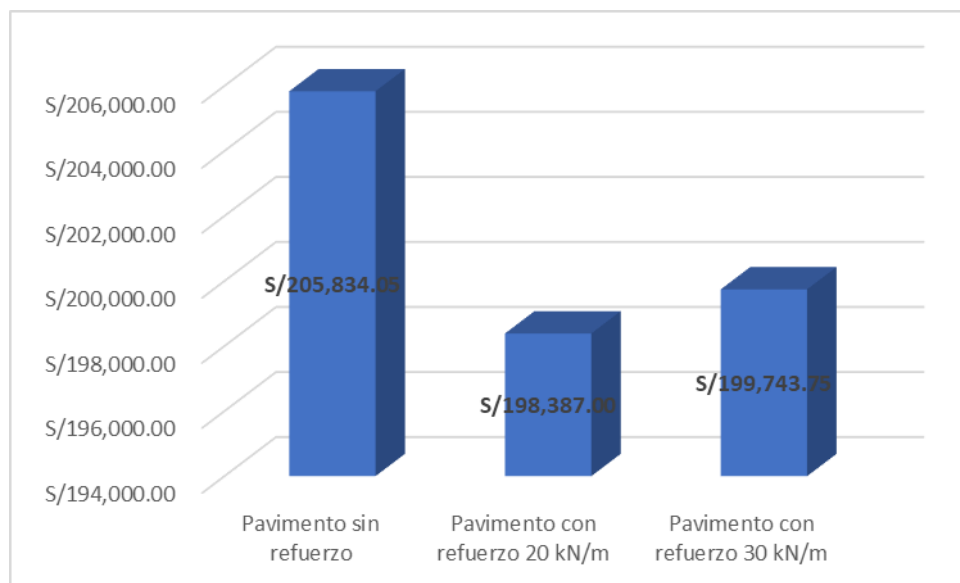
Imagen 20.-Resumen de costos de las alternativas planteadas

Alternativas de Solución	Numero Estructural
Pavimento sin refuerzo	2.8
Pavimento con refuerzo Tipo A (20 kN)	3
Pavimento con refuerzo Tipo B (30 kN)	3.1

Fuente: Propio

En la tabla N°19, indica que los pavimentos con refuerzos de 20 kN/m y 30 kN/m son más económicos del pavimento tradicional.

Imagen 21.-Comparación de costo



Fuente: Propio

V. CONCLUSIONES

- Para un factor de crecimiento se consideró un periodo de 20 años, también se realizó estudios de tráfico en hora punta durante 7 días calendarios, el resultado fue de ESAL de 2, 105 034.
- EMS mostró que se trata de un suelo arenoso de grado defectuoso (SP), calificado por SUCS y A-3 por el grado AASHTO, por lo que en la prueba CBR Proctor modificada nos da el valor. 18,1 % (bueno) al 95 % de densidad seca máxima. Se encuentra dentro de $10 \leq \text{CBR} \leq 20\%$ como lo indica la norma técnica peruana CE0.10 "Vialidad Urbana".
- Usando el software Geosoft PAVCO v3.0 se calculó un LCR de 1.31 para una geomalla tipo A y un LCR de 1.41, por lo tanto, estos valores hacen que la estructura sea diferente, por lo que el espesor de la nueva geomalla soporta el diseño de la estructura del pavimento.
- La construcción de un elemento de diseño de pavimento flexible de 5.040 metros cuadrados tiene un costo de 205,834.05 soles, pero mediante el uso de geomalla biaxial tipo A se puede lograr una optimización de costos a 198,387.00 soles, 3.62% de descuento. Mientras que, con el uso de una red de geomalla biaxial tipo B, el costo es de 199,743.75 soles con una reducción del 2,96%.

VI. RECOMENDACIONES

- Se usa una cámara de video muy recomendable en puntos estratégicos, y la cantidad de vehículos que pasa las 24 horas del día debe mostrarse con precisión para obtener ejes equivalentes.
- Para estudiar pisos mecánicos, Insi tu recomienda CBR tomando muestras de suelo sin comprarlo.
- Gracias al diseño estructural del Pavimento Plástico Reforzado de Geosoft v3.0, solo muestra el cambio realizado por el LCR en base al CBR del subsuelo, por lo que debe usar el nuevo software para ver si provoca un cambio en otras capas del pavimento.

BIBLIOGRAFIA

- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2013). SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. *MANUAL DE CARRETERAS*, 346.
- Arias Schreiber, L. C. (16 de 08 de 2016). *Publimetro.pe*. Obtenido de <https://publimetro.pe/actualidad/locales-que-se-mal-estado-pistas-49282-noticia/>
- Bernal, C. (2010). *Metodoliga de la Investigacion* (tercera ed.). Colombia: PEARSON EDUCACION.
- Borja Suarez, M. (2012). *Metodologia de la investigacion para ingenieros*. Chiclayo.
- Bustamante, S. (2016). *Evaluacion en el nivel de Resistencia de una Subrasante, con el uso combinado de una geomalla y un geotextil*. Cuenca, Ecuador.
- Cabanillas, D. O. (2014). *ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DEL USO DE GEOMALLAS COMO REFUERZO DE BASES GRANULARES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES*. Lima: pontifica universidad catolica del Peru.
- Castaño Martinez, F. L., Herrera Betin, J. M., Gomez Saenz, J., & Reyes Liscano, F. (2009). Análisis cualitativo del flujo de agua de infiltración para el control del drenaje de una estructura de pavimento flexible en la ciudad de Bogotá D.C. *Pavimentos Flexibles*.
- Condori, A. (2016). *OPTIMIZACIÓN DE ESPESORES DE PAVIMENTOS CON APLICACION DE GEOSINTETICOS*. PUNO, Peru: UNA PUNO.
- Corredor, G. (2015). *Maestria en Vias Terrestres*. Lima: Universisad Nacional de Ingenieria.
- Cruz Barreto, I. A., & Dieguez Mendoza, V. S. (2015). *ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR APLICANDO LA NUEVA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE EN LA URBANIZACIÓN SOLILUZ– TRUJILLO*.

- GEOSISTEMAS Pavco. (2012). *Manual de diseño con geosintéticos*. Mexico: Zetta Comunicaciones S.A.
- Geosistemas Pavco S.A. (2009). *Manual de diseño con geosintéticos* (Vol. 8). Bogota, Colombia.
- Haas, R., Walls, J., & Carroll, R. (2017). Geogrid Reinforcement of Granular Bases in Flexible Pavements. *TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1188*.
- Hernandez Sampieri , R., Fernandez Collado , C., & Baptista Lucio, M. (s.f.). *Metodología e la investigación* (5 ed.). DF, Mexico. Recuperado el 06 de octubre de 2019
- Importancia de las geomallas en la construcción de carreteras. (2014). *Vialidad y Transporte Latinoamericano*.
- Instituto Capeco. (10 de mayo de 2018). *Alto riesgo de las viviendas informales*. Obtenido de <https://www.construyebien.com/blog/construccion-viviendas-informales/>
- Jugo, A. (2005). *MANUAL DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE PAVIMENTOS*. Caracas.
- Katia, H. (2015). *Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno*. Juliaca, Peru: Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez.
- Leguia, P. B., & Pacheco Risco, H. F. (2016). *EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLÓN Y MIGUEL GRAU (HUACHO-HUAURA-LIMA)*. Lima, Peru: Universidad de San Martín de Porres.
- Marti Montru, P., & Torrano Martinez, M. S. (1998). *Análisis y diseño óptimo integrados de secciones de hormigón armado de forma cualquiera*. Madrid.
- Mejia, M. S. (2005). *Diseño de pavimentos flexibles*. Mexico DF.

- Minaya, S., & Ordoñez, A. (2016). *Diseño moderno de pavimentos*. Mexico: Limusa.
- Miranda, E. (2019). *Diseño de una base granular reforzada con Geomalla Biaxial; para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo Tayabamba - Ongón. Provincia de Patate La Libertad*. La libertad, Patate, Peru: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Orrala, J., & Suarez, G. (2017). *Diseño de pavimentos flexibles con el uso de geosintéticos como refuerzo aplicado a vías de acceso a la ciudadela La Milina del Cantón Salinas*. Santa Elena, Ecuador.
- PAVCO. (2019). *Geosintéticos*. Obtenido de <https://pavcogeosinteticos.com/geomalla-fibra-de-vidrio/>
- Rodriguez, A. P. (2015). *Deformaciones plásticas en capas de rodadura de pavimentos asfálticos*. Lima: UPC.
- Romel King Bazan. (2017). Contruyendo obras y caminos. *Buildgreen magazine*, 59.
- Sivapriya, V., & Ganesh-Kumar, S. (2019). Functional and cost- benefits of geosynthetics as subgrade reinforcement in the desing of flexible pavement. *Facultad de ingenieria*, 18, 39-49. doi:<https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n51.2019.9082>
- Suarez, M. B. (2012). *Metodología de la investigación para ingenieros*. Chiclayo.
- Taype, & Tovar. (2015). *Comportamineto del pavimento flexible con el uso de geomalla en el distrito de Lircay KM 0+010 camino a Ocopa departamento de Huancavelica*. Huancavelica, Peru: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Tingal, W. (2015). *Comportamiento entre el diseño de pavimento tradicional (AASHTO) y el diseño con geomalla en la pavimentación de la Av. Salomon Vilchez Murga de la ciudad de Cutervo*. Cajamarca, Peru.
- Vijayasimham , & Shanmugam , G. (2019). Functional and cost- benefits of geosynthetics as subgrade reinforcement in the design of flexible pavement. *Facultad de ingenieria*, 28(51).

Villegas, P. (2019). *Evaluación del aporte mecánico de un geosintético como material de refuerzo en los pavimentos flexibles, ante distintas configuraciones de cargas reales*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

ANEXO

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	METODOLOGÍA
¿De qué manera interviene las geomallas en el diseño estructural de pavimento flexible en la Provincia General de Sánchez Cerro, Región Moquegua?	Determinar cómo se entrelazan las redes geológicas biaxiales con el diseño estructural de pavimentos blandos en el cantón Sánchez Cerro, distrito de Moquegua.	-El comportamiento de las geomallas en el diseño estructural de pavimento flexible en la Provincia General de Sánchez Cerro, Región Moquegua	GEOMALLAS	Su objetivo principal fue analizar el conjunto de estructuras de tierra estructuralmente reforzadas para el diseño de pavimentos con el fin de mejorar sus líneas de investigación, demostrar la metodología aplicada y utilizar el experimento para determinar la clasificación de suelos con menor capacidad portante CBR <3%. (Orrala & Suarez.et al., 2017, p.10).	Este tipo de investigación está enfocada porque encuentran y modifican el problema. (Borja.et al., 2012, pág. 10) -Este es un proyecto no experimental con una descripción descriptiva de las características de la cosecha. (Borja.et al., 2012, pág. 29) -Para la variable independiente se tiene el diseño estructural del pavimento no es rígido y para la variable dependiente se tiene geomallas de dos ejes.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS			
<p>-Cómo afectan las geomallas biaxiales al número de estructuras en un diseño de pavimento flexible?</p> <p>- ¿En qué medida las geomallas biaxiales afectan el espesor de las capas granulares para el diseño de estructuras de pavimento resiliente?</p> <p>- ¿En qué medida se incluyen las geomallas biaxiales en el costo de diseño del diseño rectangular?</p>	<p>-Aprender cómo las geomallas biaxiales afectan la cantidad de estructuras al diseñar sistemas secuenciales.</p> <p>-Calcular cómo se comportan las geomallas biaxiales con espesores de capa granular de estructuras de pavimento flexible</p> <p>- Calcular la cantidad de geomallas biaxiales incluidas en el costo de diseño del pavimento flexible.</p>	<p>-Las geomallas biaxiales afectan la cantidad de estructuras al diseñar sistemas secuenciales.</p> <p>-Determinar el comportamiento de las geomallas biaxiales con espesores de capa granular de estructuras de pavimento flexible</p> <p>- Determinar la cantidad de geomallas biaxiales incluidas en el costo de diseño del pavimento flexible.</p>	PAVIMENTO FLEXIBLE	El costo de implementación también se redujo en aproximadamente un 6,38 % cuando se utilizó la geomalla como refuerzo del suelo. (Vijayasimham y Shanmugam.et al., 2019, p.30)	

MATRIZ DE OPERACIONABILIDAD

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
PAVIMENTO CON GEOMALLA	<p>"Algunas aceras flexibles tienen una disminución que se puede descubrir a simple vista, lo que permite a los expertos proporcionar soluciones y pueden arreglarse como presión cuando nos dijo: Legcuía y Pacheco: han implementado la idea principal de estimar la superficie de la acera de acuerdo con el PCIS. "</p>	<p>El costo de implementación también se redujo en aproximadamente un 6,38 % cuando se utilizó la geomalla como refuerzo del suelo. (Vijayasimham y Shanmugam.et al., 2019, p.30)</p>	COSTO	Numero óptimo de capas Vida útil del pavimento	GEOSISTEMAS Pavco. (2012); Cabanillas, D. O. (2014);
			REFORZAMIENTO	Optimizar propiedades del CBR Mejora la capacidad portante	Condori, A. (2016); Bustamante, S. (2016); Katia, H. (2015); Marti Montru, P., & Torrano Martinez, M. S. (1998)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUIS ALBERTO SEGURA TERRONES, 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 comparativo entre el diseño de pavimento flexible tradicional y el pavimento flexible reforzado con Geomallas, Moquegua, 2022.", cuyos autores son QUISPE PARIPANCA ELOY FREDDY, BAUTISTA COSI HERNAN OLIVER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 23 de Setiembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LUIS ALBERTO SEGURA TERRONES DNI: 45003769 ORCID: 0000-0002-9320-0540	Firmado electrónicamente por: LASEGURAT el 23- 09-2022 16:19:39

Código documento Trilce: TRI - 0430239