



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE

INGENIERÍA CIVIL

“Estudio de geomalla de fibra de vidrio como refuerzo en pavimento flexible,
progresiva kilómetro 15.5 - 16.5 de la carretera central”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL**

AUTORES:

Alvarez Raymundo, Jose Yerson (ORCID: 0000-0003-0028-1618)

Bartolo Guerra, Jhenyfer Natali (ORCID: 0000-0003-1841-9507)

Montañez Adama, Brayán Marcelino (ORCID: 0000-0002-3373-8226)

Zavala Villarroel, Alexis Gilmar (ORCID: 0000-0003-1860-5457)

ASESOR:

MG. Choque Flores Leopoldo (ORCID: 0000-0003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA-PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Jesucristo todopoderoso por ser nuestra luz, fortalecernos y permitirnos seguir siempre adelante cumpliendo nuestras metas propuestas

A nuestros padres por su esfuerzo, dedicación y paciencia para apoyarnos, día tras días con su amor incondicional y constante motivación para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Choque Flores Leopoldo, por guiarnos y orientarnos con experiencia y conocimientos en la presente tesina.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Realidad problemática.	8
1.2. Trabajos previos	9
1.3. Teorías relacionadas al tema.	11
1.4. Formulación de la problemática	17
1.5 Justificación del estudio	17
1.6 Formulación de los objetivos	18
II. METODOLOGÍA	19
2.1 Tipo y diseño de investigación	19
2.2 Variables, Operacionalización.	20
2.3 Población y muestra, selección de la unidad de análisis	21
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos,	22
2.5 Métodos de análisis de datos	22
2.6 Aspectos éticos	22
III. RESULTADOS	23
40	
41	
IV. DISCUSIÓN	53
V. CONCLUSIONES	54
VI. RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tamaño y longitud de muestra	23
Tabla 2. Cálculo del valor deducido corregido.....	32
Tabla 3. Espesores del pavimento flexible segun expediente técnico.....	35
Tabla 4. Categoría de subrasante.....	37
Tabla 5. Categoría de sub-base.....	37
Tabla 6. Categoría de base.....	37
Tabla 7. Nivel de confiabilidad	40
Tabla 8. Resultados Deformación y Fatiga.....	46
Tabla 9. Resultados - Vida previsible.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de un pavimento flexible.....	13
Figura 2. Bosquejo de Tipo de Instalación (G, Reccius.....	15
Figura 3. Limpieza de la superficie (T.I.C., 2008).....	15

RESUMEN

En la actualidad en lima el tránsito de transporte pesado va en un aumento significativo Por la gran demanda de productos que son trasladados de la sierra y selva central Asia lima por la carretera central esto está provocando el deterioro en los pavimentos flexibles por el excesivo tránsito.

El presente trabajo tiene como objetivo describir de qué manera la geomalla de fibra de vidrio refuerza el pavimento flexible en la progresiva 15,5 km a 16,5 km de la carretera central.

Para definir adecuadamente se identificó las características del pavimento flexible Mediante la aplicación del índice de condición del pavimento (pci), realizando los cálculos del pci se obtuvo un rango de 42 encontrándonos con un pavimento regular.

En función del pci se pasó a determinar la deformación y fatiga del pavimento flexible en estado regular reforzada con la geomalla de fibra de vidrio mediante el programa dispave 5, con los datos obtenidos llegamos a la conclusión que lograra menguar las cargas producidas por el tránsito pesado que son distribuidas uniformemente para evitar la fatiga y deformación del tránsito sobre esta vía.

Finalmente se determinará el incremento de la vida útil del pavimento flexible reforzado con la geomalla de fibra de vidrio mediante el programa dispave 5, una vez obtenido los resultados llegamos a la conclusión que aumentará en un 10% de vida útil de un pavimento convencional.

Palabras clave.

- Índice de condición del pavimento (pci), vida útil, deformación y fatiga del pavimento flexible

ABSTRACT

Currently, in Lima, heavy transport traffic is increasing significantly. Due to the high demand for products that are moved from the mountains and jungle of central Asia, Lima along the central highway, this is causing displacement on flexible pavements due to excessive traffic.

This paper aims to describe how the fiberglass geogrid reinforces the flexible pavement in the progressive 15.5 km to 16.5 km of the central road.

To define with precision the characteristics of the flexible pavement were identified By applying the pavement condition index (pci), performing the calculations of the pci a range of 42 was obtained by finding a regular pavement.

Depending on the pci, the deformation and fatigue of the flexible pavement reinforced with the fiberglass geogrid was determined by means of the dispave 5 program, with the data that we reached, we concluded that it will reduce the loads produced by heavy traffic that They are evenly distributed to avoid fatigue of the traffic on this road.

Finally, the increase in the useful life of the flexible pavement reinforced with the fiberglass geogrid will be determined by the dispave 5 program, once the results reach the conclusion that it will increase by 10% of the useful life of a conventional pavement.

Keywords.

- Index of pavement condition (pci), service life, deformation and fatigue of flexible pavement

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

A nivel nacional podemos observar que toda la superficie de rodadura del pavimento está dañada por diversos motivos ya sea por un mal uso o el excesivo peso de los vehículos que circulan diario ha conllevado que los pavimentos trabajen a una carga mayor a la diseñada todas estas causas ha generado patologías prematuras como el agrietamiento y el ahuellamiento.

Todas estas causas van en un aumento, ya que no se hace nada para controlar estas patologías generando molestias e incomodidades en los usuarios, por esta razón es necesario buscar una solución sostenible de forma sencilla como la implementación de geomallas de fibra de vidrio.

El deterioro de los pavimentos a corto plazo es una complicación que afecta a todo el mundo y esto ha provocado que se realicen investigaciones con la finalidad de buscar un material que alargue la vida útil, esto ha conllevado a llevar investigaciones orientadas a la utilización de geomallas.

La falta de mantenimiento que se puede apreciar a lo largo de distintos tramos de la carretera central que no están bajo la administración del estado, son descuidadas en la reparación y limpieza de las distintas fallas y anomalías que se puedan producir a lo largo de su vida útil.

La aparición de rajaduras superficiales, el desprendimiento de agregados grueso del asfalto, la piel de cocodrilo, la limpieza de vías y así se puede mencionar tantos factores que deteriora los años presupuestados que va durar la obra. Estos factores pueden ser mejorados mediante el refuerzo de una geomalla de fibra de vidrio para distribuir las cargas a todo el pavimento y tiene que estar en óptimas condiciones ya que una de las vías principales que conecta la capital con la sierra central del país.

Visto la problemática del pavimento flexible de la carretera central en los tramos 15.5 km a 16.5 km en el distrito de Ate Vitarte, ubicado al este de Lima cual es una carretera central con más de 7000 vehículos entre unidades pesadas y livianas que a diarios

ocasiona una congestión vehicular y sobrecarga excediendo la capacidad de diseño, acelerando el deterioro acelerado de la vida útil de este pavimento.

Con lo mencionado anteriormente, describiremos de qué manera la geomalla de fibra de vidrio logra reforzar y alargar la vida útil del pavimento, así también, como este aporta resistencia ante la exposición de carga excesivas que diariamente se encuentra sometido por vehículos que transitan por esta. También como este refuerzo colabora a controlar las anomalías que se da en el asfalto ante la exposición de agua acumulada por la falta de drenajes en dicha vía.

1.2. Trabajos previos

Antecedentes

Antecedentes Internacionales

Díaz, Escobar, Olivo (2009). Aplicación de los geo-sintéticos en la estructura de los pavimentos y en obras de drenaje para carreteras. trabajo para la obtención de título profesional de ingeniero civil. San Salvador, 2009, cuyo objetivo de esta investigación es determinar las propiedades más importantes que deben cumplir los geo-sintéticos en el proceso de fabricación y funciones que deben cumplir en obras viales como de refuerzo, separación, filtración y drenaje, Se transforma en tentativa de resolver un a problemas que se presenten cotidianamente en la elaboración de estas obras, como terreno de baja capacidad portante y además se producen acciones favorables sobre los métodos cotidianos de edificación por su factibilidad de ejecución, rentabilidad y sus bajos costos.

Armijos Oviedo (2018), Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico reforzado con geosintéticos de fibra de vidrio para un pavimento, trabajo para optar al título de ingeniero civil , Ecuador 2018, donde la finalidad es evaluar el desempeño de la mezcla asfáltica reforzada con geosintéticos de fibra de vidrio frente a la fatiga y las patologías que se son generadas por la combinación de factores como el tránsito(mayor para el cual el pavimento fue diseñado) y el clima con la finalidad de encontrar alternativas que incrementen la vida útil de las vías, para esta investigación se diseñó la mezcla asfáltica mediante el método AASHTO 93. El comportamiento del mismo bajo deformación, esfuerzos, y deflexiones, para poder determinar la posición optima del refuerzo mediante el análisis de deformaciones y deflexiones, el comportamiento de esta curva se comprobó con ensayos mecánicos Marshall y tracción directa y se concluyó que la posición óptima

del refuerzo esta la base del pavimento lo cual aumenta el lapso de vida útil de la carretera de 1 a 2 años

Caballero Torres (2006). Utilización de la geomalla como refuerzo de la estructura del pavimento flexible. trabajo para la obtención de título profesional de ingeniero civil. En Guatemala, cuyo objetivo es entender lo favorable que es el uso de la geomalla y de la realización de la pericia de la misma, en la tentativa para el refuerzo de la obra vial que es el pavimento flexible y también Se especifica los criterios a tener en cuenta en la proyección del pavimento flexible usando la geomalla bi-axial como refuerzo y los distintos tipos de geomallas que se aprecian en el mercado con sus variables aplicación al momento de construir obras viales.

Pólito (2015), Evolución tecnologías aplicadas en la actualidad y en el futuro de los pavimentos flexibles en México, trabajo de investigación para optar el grado de Maestro en Ingeniería, cuyo objetivo es la evaluación de la funcionalidad y diseño de pavimentos flexibles a través del tiempo, las causas que originan los deterioros de la carpeta asfáltica; así mismo esta investigación tiene como finalidad demostrar el grado de la evolución del pavimentos, para que así promover la aplicación de nuevas tecnologías en el lugar; tales como innovaciones implementando el uso de geosintéticos durante el proceso constructivo del pavimento, mejorando el diseño de la misma para asegurar el uso y durabilidad en la construcción de las carreteras en México.

Antecedentes Nacionales

Ramírez Gutiérrez (2013), La Geogrilla de fibra de vidrio, en el marco de la mecánica de material como alternativa para la reparación de pavimentos , trabajo para la obtención del título de ingeniero civil, lima , 2013 , cuyo objetivo es mostrar los beneficios ingenieriles de este material ante las fallas de resquebrajadura por fatiga, el cual es el producto habitualmente por la aplicación de esfuerzos que genera el tráfico o el fracturación por vejez por lo tanto las nuevas técnicas de los primordiales naciones europeas y americanas es la implementación de la geogrilla de alto módulo elástico que tiene como ocupación primordial es atraer las tracciones generadas por las elongación del pavimento generada por los vehículos.

Núñez Condori (2016). Optimización de espesores de pavimento con aplicación de geosintéticos, trabajo para la obtención de título profesional de ingeniero civil. Puno, 2016, cuya labor fue el análisis del uso de geo sintéticos (geomalla de fibra de vidrio) utilizada en refuerzo en la base granular en una construcción de pavimento flexible, este método es actualizado y lo cual se está realizando a nivel mundial con la finalidad de reduce el grosor de pavimento, prolongando su durabilidad de este, haciéndolas económicamente menos costos la obra y sobre todo eficiente y duradera.

Orrego (2014), Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles, tesis para optar el grado de Ingeniero Civil. Trabajo de investigación en el cual tiene como objetivo determinar si el uso de geomallas como refuerzo en el pavimento, es viable y así también reducir los gastos económicos en la construcción de esta, es por ello que se describe las propiedades de las geomallas y los beneficios que permite lograr, lo cual permitió verificar y/o determinar los tipos de fallas principales en la estructura y las deficiencias que presenta para el cual se realizó un análisis mediante el uso de las geomallas como refuerzo, , con el afán de aumentar la durabilidad del pavimento ante un incremento del tráfico.

Ccasani y Ferro (2017), Evaluación y Análisis de pavimentos en la Ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de pavimento, investigación en la cual se tiene como objetivo describir la variedad de fallas que se presenta en la estructura de pavimentación; en la cual refiere que la carpeta asfáltica presenta defectos como el mal funcionamiento de drenaje y deficiencia de mantenimiento. Este estudio realizado también tiene como objetivos garantizar que la carretera ofrezca gran nivel de serviciabilidad y seguridad al transporte, beneficiando a las comunidades aledañas; así también con la finalidad de proponer nuevos diseños que permitan disminuir el deterioro excesivo del pavimento y prolonguen la funcionalidad de la estructura de la carretera.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

Pavimento flexible

Se define Pavimento flexible a aquel que toda su estructura que tiene una deflexión según las cargas que circulan sobre ésta. La utilización del Pavimentos flexibles se da principalmente en áreas de bastante tráfico como son las vías principales de una ciudad.

Componentes de la estructura del pavimento

Subrasante

La Subrasante es la principal capa de la carretera y su principal trabajo es soportar la estructura del pavimento. Núñez refiere que:

“La subrasante es la capa de terreno natural de una carretera, que soporta la estructura del pavimento, se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño correspondiente al tránsito previsto [...]” (p.48)

Sub base

La sub base es la capa del pavimento, está ubicada entre la base y la Subrasante de la estructura. Según Núñez refiere que:

[...] [la sub base es una capa del pavimento] el cual soporta a la base y a la carpeta asfáltica. [...] [con el objetivo de] soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que la Subrasante las pueda soportar. (p.49)

Base

Kari y Olortegui argumenta que:

“Es la capa que tiene por finalidad, recibe la mayor parte de los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y, además, repartir uniformemente estos esfuerzos a la subbase” (p.16)

Carpeta asfáltica

Según Becerril y Miranda en su tesis

Es la capa superior del pavimento[...] [esta es ubicada en la parte superior de la base] [...] [con la función de] resistir las altas [...] [cargas de tránsito] y proporcionar una superficie de manejo resistente a los derrapes (p.31).



Figura 1. Partes de un pavimento flexible

Vida útil del pavimento

La vida útil del pavimento [...] [es el periodo] que se da entre la construcción o rehabilitación del pavimento y cuando este alcanza su grado de serviciabilidad mínimo, y deja de ser cómodo y seguro para el usuario (Caballeros, 2006).

Fallas comunes en pavimentos flexibles

Las fallas en la infraestructura vial son muy frecuentes, en este caso el pavimento flexible tiene excesivas fallas, muchas veces son causadas por la temperatura, pero también son por causas estructurales de los componentes del pavimento y así también por un mal cálculo de diseño, esto es denominado fatiga.

Agrietamiento por fatiga

Una señal temprana de agrietamiento por fátiga se da cuando se ve rompimientos intermitentes longitudinales. [...] [lo cual hace que esto sea] progresivo debido a que en algún punto las fracturas iniciales se unen generando más rompimientos y deteriorando el pavimento, [...] conocido como piel de cocodrilo. (Ramírez, 2013)

Método AASHTO 1993 para pavimentos flexibles.

El método de diseño AASHTO, [...] [con la finalidad] de desarrollar tablas, gráficos y fórmulas que representen las relaciones deterioro-solicitación de las distintas secciones ensayadas. [...] [mejorando y adecuando] algunos parámetros a condiciones diferentes a las que imperaron en el lugar del ensayo original. (SALAMANCA NIÑO, MARÍA ANGÉLICA; ZULUAGA BAUTISTA, SANTIAGO ARTURO; 2014).

Geomalla de fibra de vidrio

La geomalla de fibra de vidrio, es un elemento innovador que se utiliza como refuerzo en los pavimentos para prolonga la durabilidad de la misma, por lo que según Geosistemas Pavco refiere que:

Las Geomallas de Fibra de Vidrio PAVCO son Geomallas flexibles que se utilizan entre capas de concreto asfáltico con el fin de controlar agrietamientos por reflexión, por fatiga y deformaciones plásticas [...] [tiene como objetivo] aumentar la resistencia a la tracción de la capa asfáltica y de garantizar bajo una carga vertical, la distribución uniforme de los esfuerzos [...]lo cual se traduce en una vía sin grietas por varios años. (p.10)

Ventajas en el uso de Geomalla de fibra de vidrio

PAVCO, describe las ventajas en el uso de geomallas de fibra de vidrio:

- Reduce agrietamientos por reflexión
- Incrementa la resistencia por fatiga del pavimento
- Incrementa la vida útil del pavimento.
- Reduce el mantenimiento de los pavimentos.
- Se instala fácil y rápidamente.

Instalación de la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo en la carpeta asfáltica.

En la instalación de la geomalla de fibra de vidrio en la repavimentación hay que seguir los siguientes pasos:

- Primero se hace una limpieza de la carpeta de rodadura teniendo como objetivo el retiro de materiales desprendidos de las grietas que se presentan sobre el asfalto.
- Luego se extiende el ligante asfáltico sobre el área donde se implementará la geomalla.
- Una vez extendida el ligante uniformemente se coloca la geomalla de fibra de vidrio antes que el ligante se endurezca para que esta se adhiera a la geomalla que deben estar sujetadas con anclajes
- Se aplicará un ligante más sobre la geomalla de fibra de vidrio.

- Por último se colocará la nueva carpeta de rodadura.

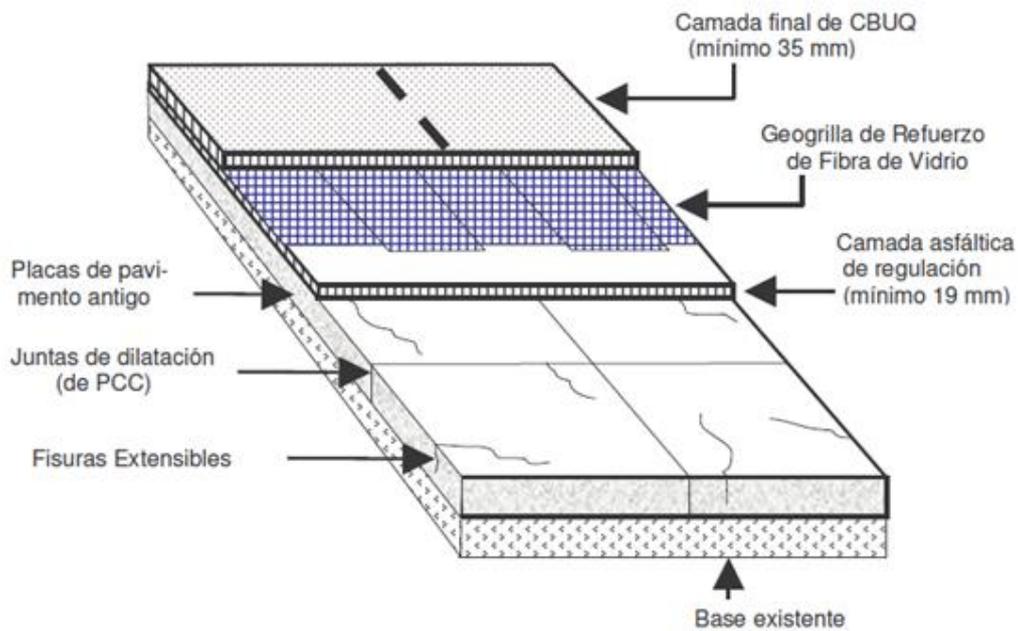


Figura 2. Bosquejo de Tipo de Instalación (G, Reccius



Figura 3. Limpieza de la superficie (T.I.C., 2008)

Aumento de capacidad portante

Según Vargas, Moncayo Córdova, Masa, Barzola, Velasco, Salcedo argumentan sobre aumento de capacidad portante:

Las cargas superficiales transmiten esfuerzos [...] [hacia las capas del pavimento flexible]. La rigidez que aporta la geomalla limita las deformaciones [...]. (2017, p.5).

Programa Dispave 5

Este software creado con el lenguaje java script creado por el Instituto de Ingeniería UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) Actualmente en su versión 3.0, Este programa utiliza conceptos teóricos-empíricos para hacer una pavimentación y repavimentación del pavimento flexible dándonos como resultado que el pavimento flexible es el adecuado o no para el tránsito establecido y en el caso de la repavimentación nos brinda las deformaciones y cuanto de fatiga soportara el pavimento.

Expediente técnico

Este expediente técnico es del ministerio de transporte y comunicación que tiene como título “Evaluación de la carretera central tramo: av las torres (10+000) – puente los ángeles (27+00). De este expediente técnico se sacó los valores de la calzada derecha de los espesores del pavimento flexible, también nos da el tipo de suelo en el tramo 15+950 donde según la clasificación SUCCS nos indica que es un suelo tipo GC (Grava arcillosa) que se obtuvo de una calicata de una profundidad de 0.45-1.50

P.C.I

El PCI nos da el índice de servicialidad en el que se determinara en que condición se encuentra la capa superficial de pavimento por medio de reconocimientos visuales reconociendo la cantidad de fallas y severidad en el que se encuentra este, en un rango de 0 (malo) a 100 (excelente).

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

Según el MTC, Ministerio de transportes y comunicaciones, se describe que:

“(IMDA) es la estimación representada numéricamente del tráfico vehicular en una parte específica de la red vial anualmente”.

Según el diario El Peruano, refiere que:

[...] La carretera Central, que forma parte de la Red Vial Nacional, es la principal vía articuladora del transporte de personas y mercancías hacia la zona central del país. De las evaluaciones realizadas, se calcula que al finalizar el presente año alcanzará un (IMDA) de aproximadamente 7,000 vehículos.

1.4. Formulación de la problemática

Problema general

¿De qué manera la geomalla de fibra de vidrio refuerza el pavimento flexible en la progresiva 15,5 KM a 16,5 Km en el distrito de Ate Vitarte-2019?

Problemas específicos

¿Cuáles son las características del estado del pavimento flexible para que se implemente la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo en la progresiva 15,5 Km a 16,5 Km de la carretera central - 2019?

¿De qué manera la geomalla de fibra de vidrio refuerza al pavimento flexible ante el exceso de cargas de tránsito mediante el programa Dispave 5 en la progresiva 15,5 Km a 16,5 Km de la carretera central - 2019?

¿De qué manera la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo prolonga la vida útil del pavimento flexible mediante el programa Dispave 5 en la progresiva 15,5 Km a 16,5 Km de la carretera central - 2019?

1.5 Justificación del estudio

Justificación Teórica

La justificación teórica de la primera variable (V1) es la mejora que se le puede realizar al pavimento flexible mediante nuevas técnicas, para poder reducir las fallas que son producidas ante las patologías generadas y de tal manera poder prolongar la vida útil, Este será ayudado por la variable 2, al implementar la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo en el infraestructura del pavimento flexible ayudará a reforzar el pavimento ante las cargas excesivas provocado por el tránsito pesado de tal manera que distribuirá las cargas uniformemente y prolongará la vida útil del pavimento

Justificación Práctica

En la actual investigación tiene COMO finalidad de describir el desempeño del pavimento flexible mediante la implementación de la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo , ya que, se ha observado el desgaste prematuro en el pavimento de la carretera central tramo 15,5Km-16,5Km, lo cual es afectado por el exceso de cargas y la falta de mantenimiento, esto genera malestar entre los pobladores y conductores, ya que, la carretera se encuentra en mal estado; es por ello que se requiere implementar la geomalla de fibra de vidrio para así disminuir los desgastes generado por la patología y falta de mantenimiento y así mejorar la comodidad y seguridad de los pobladores.

Justificación Metodológica.

En la siguiente investigación posee un enfoque cuantitativo, ya que, se aplicó el programa dispave 5 para la medición de dos de nuestros objetivos específicos Se desarrolló la investigación con el nivel descriptivo.

1.6 Formulación de los objetivos

Objetivo general

Describir de qué manera la geomalla de fibra de vidrio refuerza el pavimento flexible en la progresiva 15,5 KM a 16,5 Km de la carretera central-2019

Objetivos específicos

Identificar las características del estado del pavimento flexible mediante el PCI para la implementación de la geomalla de fibra de vidrio en la progresiva 15,5 Km a 16,5 Km de la carretera central – 2019.

Determinar la deformación y fatiga del pavimento flexible reforzada con la geomalla de fibra de vidrio mediante el programa dispave 5 en la progresiva 15,5 Km a 16,5 Km de la carretera central – 2019.

Determinar la vida útil del pavimento flexible reforzado con la geomalla de fibra de vidrio mediante el programa dispave 5 en la progresiva 15,5 Km a 16,5 Km de la carretera central – 2019.

Hipótesis

La geomalla de fibra de vidrio reforzaría el pavimento flexible en la progresiva 15,5 Km a 16,5 Km de la carretera central – 2019.

Se utilizaría la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo para el pavimento flexible que se encuentre en estado regular en la progresiva 15,5 Km a 16,5 Km de la carretera central – 2019.

La geomalla de fibra de vidrio reforzaría el pavimento flexible ante el exceso de cargas de tránsito mediante el programa dispave 5 en la progresiva 15,5 Km a 16,5 Km de la carretera central – 2019.

La geomalla de fibra de vidrio lograría prolongar la vida útil del pavimento flexible mediante el programa dispave 5 en la progresiva 15,5 Km a 16,5 Km de la carretera central – 2019.

II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo y diseño de investigación

2.1.1 Enfoque: es una investigación cuantitativa, es sucesiva. Cada fase se precede a lo consiguiente, no se debe eludir los pasos, aunque podemos determinar alguna etapa. Inicia de un pensamiento, que se va limitando, una vez ya definida, se procede a las preguntas y sus objetivos para la presente investigación, se inspecciona el lenguaje y se proyecta a trabajos previos de esta.

2.1.2 Nivel: La investigación constituye un nivel descriptivo ya que reconoceremos características, propiedades e importancia

2.1.3 Diseño metodológico

Hernández, (2010, p.49) sustenta que, “[el diseño metodológico] no experimental refiere ser una investigación donde la manipulación deliberada de las variables no interviene.”

Alcance: es transversal, debido a que se reúne los datos de una única medición, en un solo tiempo establecido.

2.1.4 Tipo de investigación

Es una Investigación tipo aplicada busca conocer, prevenir, elegir y cambiar una realidad problemática, con la finalidad de aplicar de una manera colindante sobre una problemática precedentemente que el progreso de una comprensión de valor mundial.

2.2 Variables, Operacionalización.

2.2.1. Variables

Variable 1: Estudio de geomalla de fibra de vidrio

Según Pavco (2012)

La función principal de la geomalla es [incrementar] la resistencia a la tracción de la carga asfáltica y garantizar bajo una carga vertical, la distribución uniforme de los esfuerzos horizontales en una mayor superficie (PAVCO,2012). [para la implementación] de la geomalla de fibra de vidrio se debe tomar en cuenta algunas consideraciones constructivas[...]. El recubrimiento mínimo de concreto asfáltico por encima de la geomalla de fibra de vidrio es de 5 cm y mínimo por debajo de 3 cm.

Dimensiones	Indicadores	Concepto	Niveles o rangos
V.1: Estudio de la geomalla de fibra de vidrio			
D1. sección transversal	-Área del pavimento - IMDA de vehículos	Se realizará la utilización del programa dispave para poder determinar las deformación y fatiga en el pavimento con una geomalla de fibra de vidrio así como también nos guiaremos del manual de carreteras y fichas técnicas de la geomalla de fibra de vidrio	Guía del programa dispave 5 así como las guías del manual para poder verificar los porcentaje de CBR de cada capa del pavimento.
D2. Criterios para colocación de geomalla de fibra de vidrio.	Espesores según expediente técnico		
D3. Refuerzo de la geomalla mediante el programa pave 5	-Requerimientos del programa dispave 5: confiabilidad, espesores, modulo de poisson, modulo de rigidez, cbr y transito		

Variable 2: Pavimento flexible

Según Rondón y Reyes (2015):

Son estructuras viales conformadas por una carpeta bituminosa apoyada sobre capas de menor rigidez (base y sub base) compuesta por materiales granulares no tratados soportados compuesta por materiales granulares no tratado soportados en la Subrasante o terreno natural (Rondón y Reyes,2015)

Dimensiones	Indicadores	Definición Operacional	Niveles o rangos
V.2: PAVIMENTO FLEXIBLE D1. Carga admisible D2. patologías del pavimento flexible D3. Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos	-Tipo del suelo según expediente tecnico -Estructura del pavimento -Fallas superficiales e internas (PCI) -CBR optimo según las capas del pavimento	Se realizará observaciones visuales y métricas en las áreas más afectadas del pavimento, empleando una ficha técnica para su evolución.	Guía de evaluación visual y métrica en las áreas afectada del pavimento empleado una ficha técnica para su evolución

2.3 Población y muestra, selección de la unidad de análisis

Población

Según Hernández delimita que el concepto de población refiere a “Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p.174)

La población es el Pavimento flexible perteneciente a la carretera central Ate Vitarte

Muestra

Según Hernández refiere que una muestra es un “Subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta” (p.173)

Se tomará el tramo de la progresiva 15.5 a 16.5 Km de la carretera central en el distrito de Ate Vitarte.

Muestreo

Según Artiles, Otero y Barrios refiere que el “muestreo no probabilístico, indica que en este tipo de muestreo no se asegura la probabilidad que tiene cada unidad de la población objeto de ser incluida en la muestra [...]” (pag. 195)

Se utilizó el muestreo no probabilístico intencionado, ya que, el investigador selecciona los elementos que a su juicio son representativos

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos,

Técnica de recolección: Registro de observación

Instrumento: Matriz de registro de observación

2.5 Métodos de análisis de datos

En el siguiente trabajo de investigación el método de análisis tendrá un enfoque cuantitativo, donde se dará a conocer el estudio de la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo en el pavimento flexible en la carretera central.

2.6 Aspectos éticos

Para la elaboración de la presente investigación, refiriéndose a los aspectos éticos que se dan en la relación de los integrantes de la investigación, nuestra población y así mismo la innovación de tecnologías innovadoras.

III. RESULTADOS

3.1 RESULTADOS

Muestra

Utilizaremos las tablas de la normativa AASTHOO (ASTM D6433)

Tabla 1. Tamaño y longitud de muestra

Ancho de Calzada (m)	Longitud de UM (m)
3.5 - 6.5	47
4.0 - 7.5	42
4.5 - 8.5	38
5.0 - 9.0	35
5.5 - 10 máx.	32

$$1000/35=28.57=29$$

Muestra: 29 Unidades de muestra.

Muestreo: Realizaremos 10 unidades de inspección. La determinación de nuestro muestreo será con la siguiente expresión.

- Utilizaremos el número de muestras totales que es $N= 29$.
- Sabiendo que “n” es el mínimo de muestras inspeccionadas que hará que garantice un nivel apropiado de confiabilidad del 95 % que se halla con la siguiente fórmula

$$n = \frac{Ns^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right)N - 1 + s^2}$$

Fuente:(Vázquez Varela, 2002)

Dónde:

N: Número mínimo de muestras que se inspeccionaran en campo

N: Número total de unidades de muestreo de la infraestructura

$e = 5$ para pavimentos flexibles, error admisible

$s = 10$ para pavimentos flexibles, Desviación estándar

RESULTADO: $n = 8.64$ por lo tanto utilizaremos para nuestra investigación 10 muestras ya mencionadas.

Unidad de Análisis

Nuestra componente de análisis (UI) de la investigación es un área de 210 m² (6m x 35 m) la av. carretera central en los tramos 15.5 KM hasta 16.5 Km. ubicado en la ciudad de lima.

Criterios de Inclusión

Las áreas determinadas de pavimento av. Carretera Central, Ate Vitarte tiene en sus estructuras fisuras y grietas y deformaciones superficiales como corrugación depresión abultamiento y hundimiento, etc. Tales fallas muestran la falta de mantenimiento e intervención de eficacia en el asunto de la construcción.

Criterios de Exclusión

Áreas determinadas de la Av. Carretera Central, Ate Vitarte muestran un pavimento funcional (presentando comodidad cuando un vehículo circula por dicha área.) Presentando así una estructura en un 90% funcional (sin presentar fallas superficiales y deformaciones)

Procedimiento

Elegiremos las unidades que serán inspeccionadas de nuestro muestro

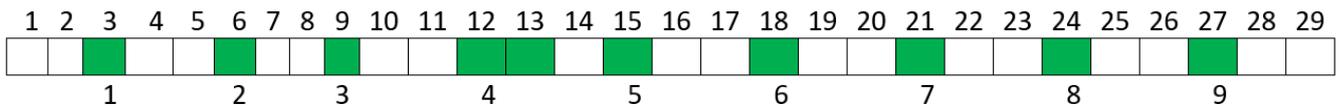
$$i = \frac{N}{n}$$

N = 29 muestras

n = 10 unidades de inspección

i = 2.9 se redondea al menor

Por lo cual utilizaremos i = 2



 **Unidad de inspección**

- ✓ Se verifico los distintos tipos de fallas en las diferentes secciones de nuestra muestra según la norma ASTM D6433 – 18.
- ✓ Se calculará números deducidos corregidos según las tablas de corrección establecidas en la norma ASTM D6433-18
- ✓ Se calculará el índice de servicialidad del pavimento flexible.
- ✓ El índice de servicialidad será el promedio de toda la muestra de nuestra investigación.

Tipo de fallas

Piel de cocodrilo

Es la agrupación de rajaduras o fisuras donde se interconectan de forma irregular hasta en un 0.5m por la parte inferior de una capa asfáltica donde por efecto las propaga a la superficie con unas fisuras superficiales ya sea longitudinal y transversal a este.

Presentar piel de cocodrilo nos indica que la capacidad de la estructura está perdiendo resistencia ante sollicitaciones externas.

Niveles de severidad:

- L: fallas longitudinales levemente y estas grietas no se descascarán ante sollicitaciones externas.
- M: Ligeramente descascaradas
- H: descascaradas y se mueven ante presencia de vehículos.
- **Parcheo**

Son zonas parchadas en ciertas áreas por material nuevo tratando de reparar alguna falla superficial del pavimento existente, no resistirá las sollicitaciones igual que el existente, pero ayudará el estado superficial de la carretera.

Niveles de severidad:

- L: El parche buena condición.
- M: El parche está moderadamente deteriorado

Ahuellamiento

Es la depresión longitudinal en la capa superior que provoca las ruedas, provocando también en algunos casos alzamiento del pavimento a los bordes de los ahuellamiento, aumentando este daño la presencia de las lluvias.

Niveles de severidad:

Profundidad media del ahuellamiento:

- L: 6.0 a 13.0 mm.
- M: >13.0 mm a 25.0 mm.
- H: > 25.0 mm.

Pulimiento de agregados

Es cuando la capa superficial del pavimento se torna lisa, esto fue provocado gracias a la fricción de las unidades de transporte y los esfuerzos del tránsito, provocando pérdida de adherencia de las llantas a la capa de la superficie.

Niveles de severidad:

- Estas no están establecidas de ninguno de los grados de severidad, pero para considerarlo el grado de falla debe ser significativo.

Fisura de borde

- L fisuramiento leve sin desprendimiento
- M presenta leve desprendimiento.

Procedimiento de inspección

- ✓ Inspeccionar cada tramo seleccionado.
- ✓ Registrar los números de sección y tramos como también la unidad de muestra.
- ✓ Anotar las medidas ancho y largo del carril de muestra.
- ✓ Realizar una inspección para verificar y cuantificar los defectos y la categoría de rigidez en el que se encuentra el pavimento.
- ✓ Repetir para las 9 muestras que serán inspeccionadas.
- ✓ Se procederá a mostrar las 9 fichas de evaluación realizadas en el programa Axel con valores obtenidos en campo.
- ✓ La densidad se calcula con la siguiente formula.

Cálculo de densidad:

$$Densidad = \left(\frac{Medida}{Área.UM} \right) * 100$$

- El valor deducido se hallará interpretando las tablas y obteniendo dicho valor

Gráfico 1: Polished Aggregate, Airfields

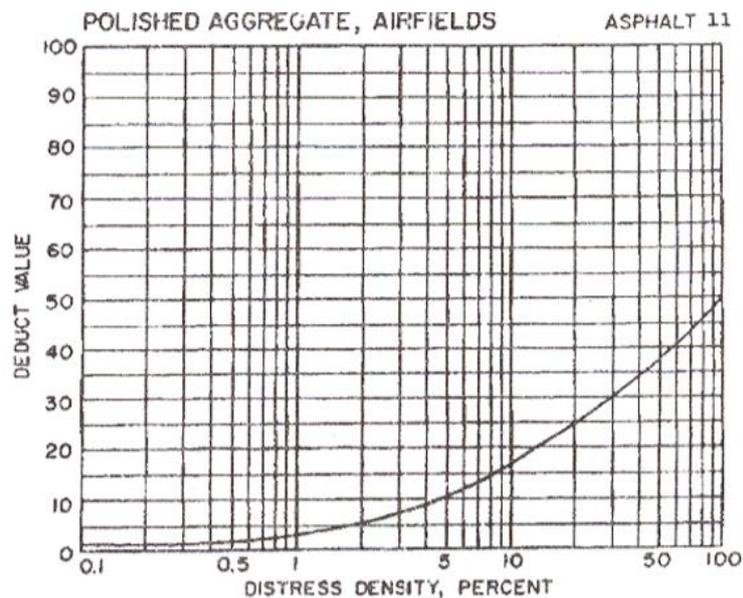


Gráfico 2: Rutting,

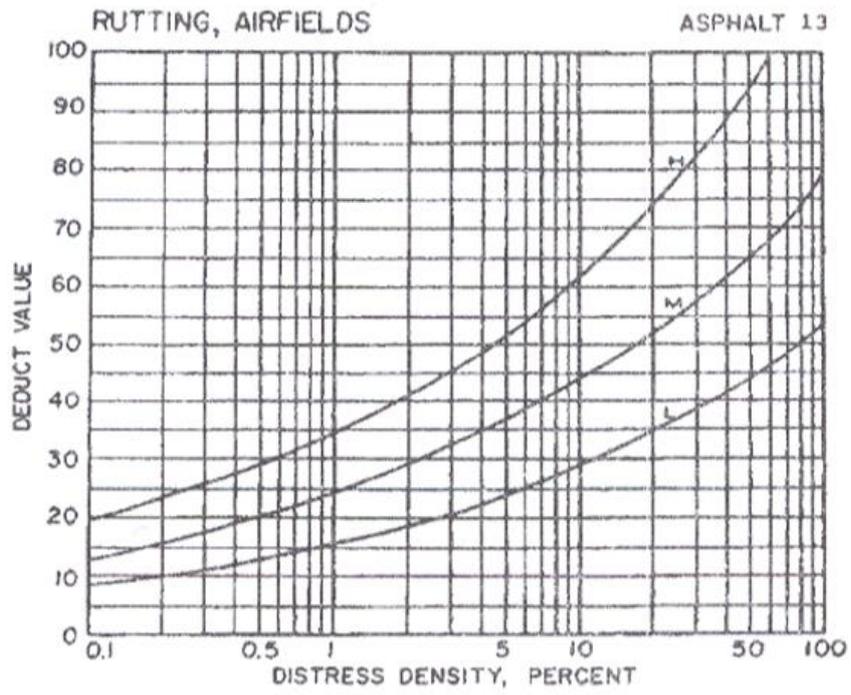


Gráfico 3: Fisura de Bloque

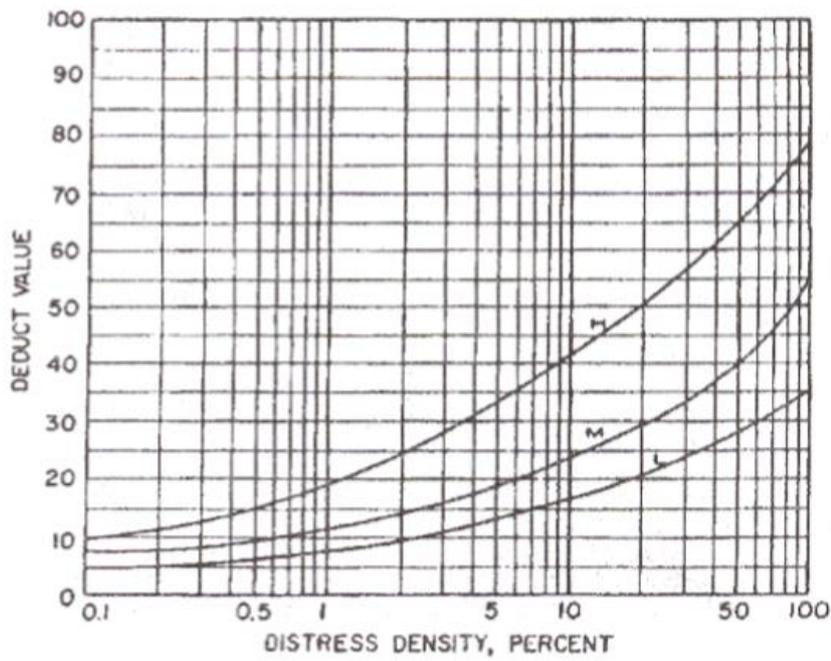


Gráfico 4: Valor deducido vs Densidad de deterioro

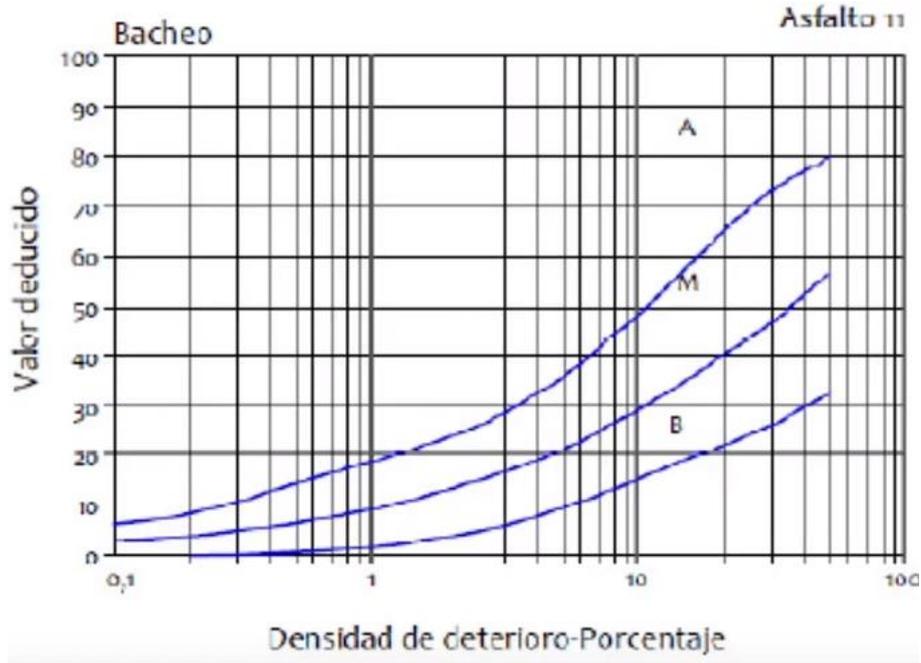


Gráfico 5: Joint Reflection Cracking, Airfields

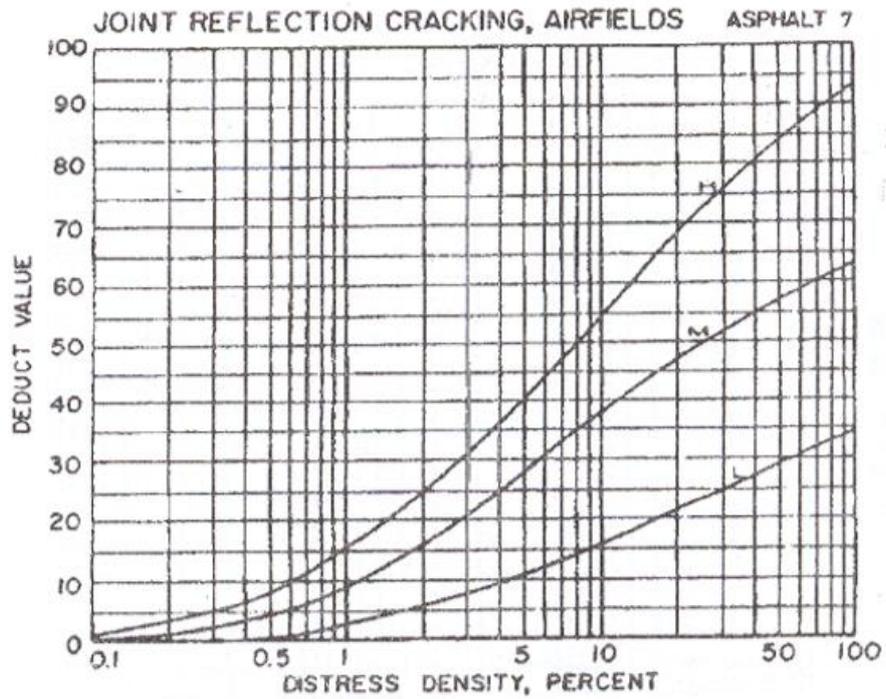


Gráfico 6: Patching / Utility Cut, Airfields

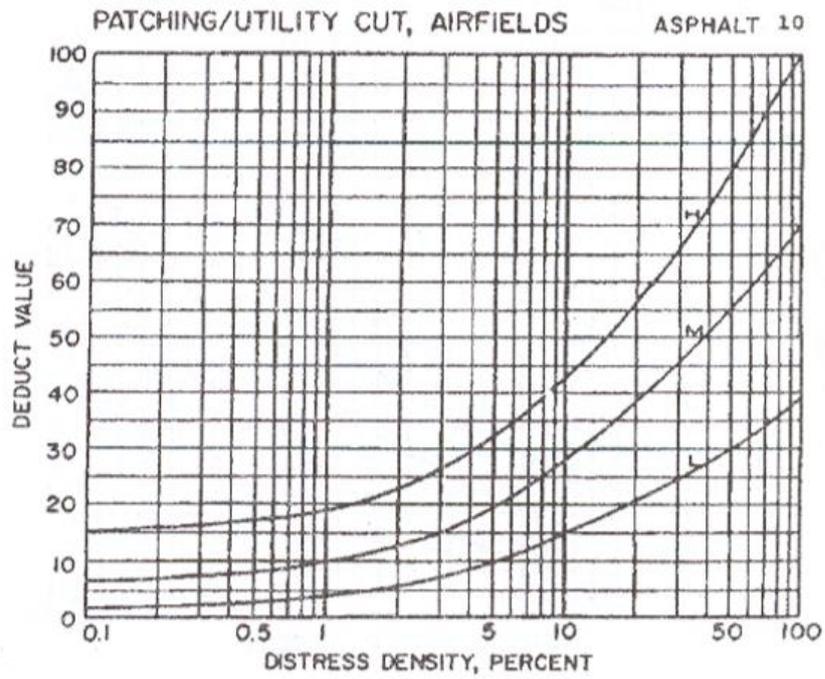
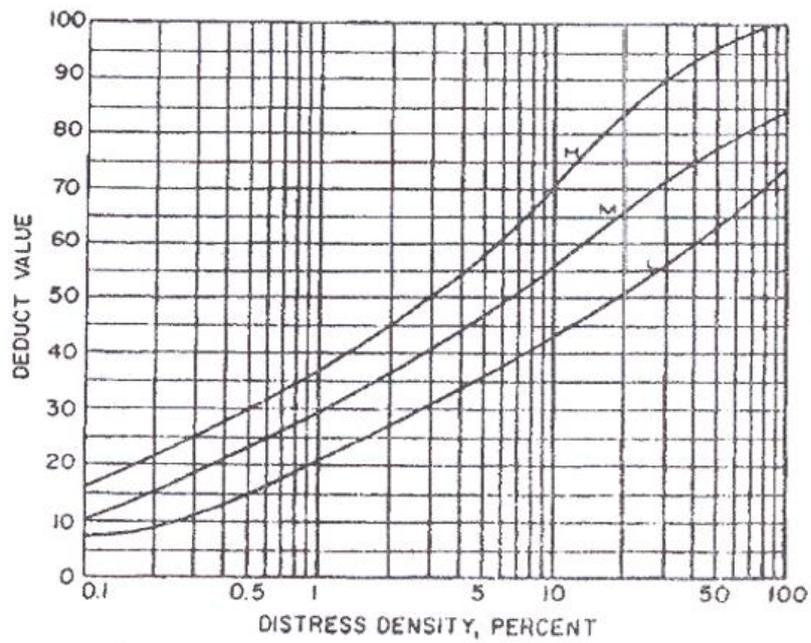


Gráfico 7: Piel de Cocodrilo



- Se procederá a calcular los valores deducidos corregidos con los valores que hemos deducidos calculados.
- Teniendo el Valor ya deducido de nuestras muestras que fueron inspeccionadas serán corregidas por las siguientes tablas.
- El valor de “m” que es el valor numérico admisible máximo de los servicios concluidos.

Número máximo admisible de valores deducidos

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - MaxVD)$$

La valorización “q”: que es la cantidad de los valores deducidos con los que se trabaja

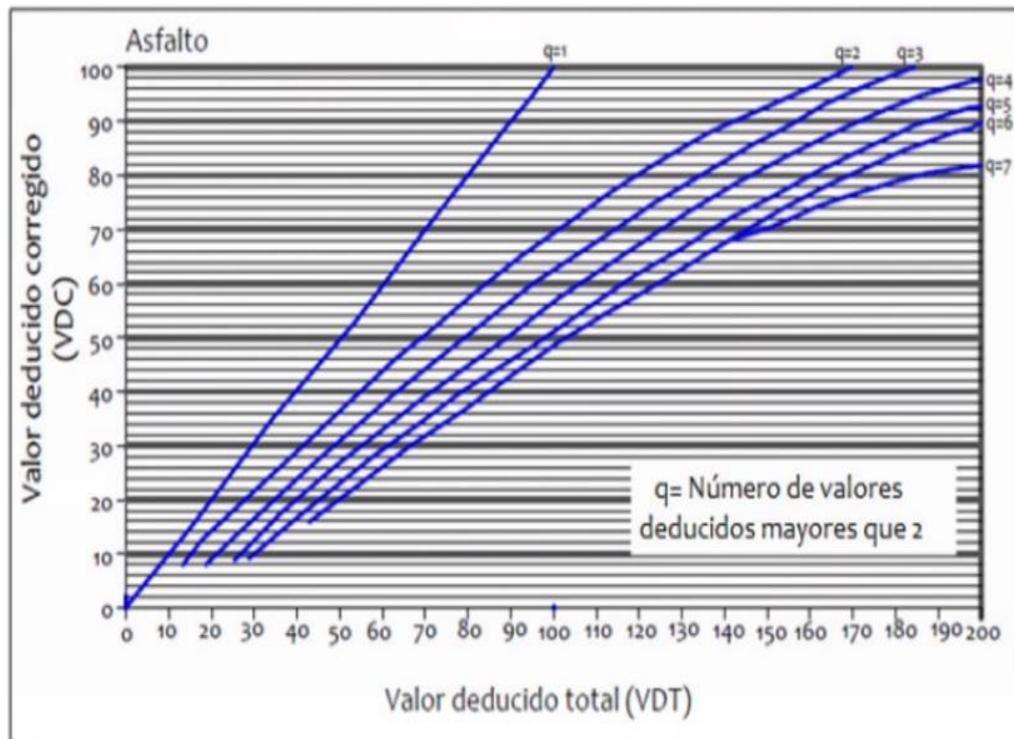


Figura 4. Valor deducido corregido vs Valor deducido total

- Teniendo El valor deducido corregido se podrá calcular el índice del pavimento

$$PCI = VDC - 100$$

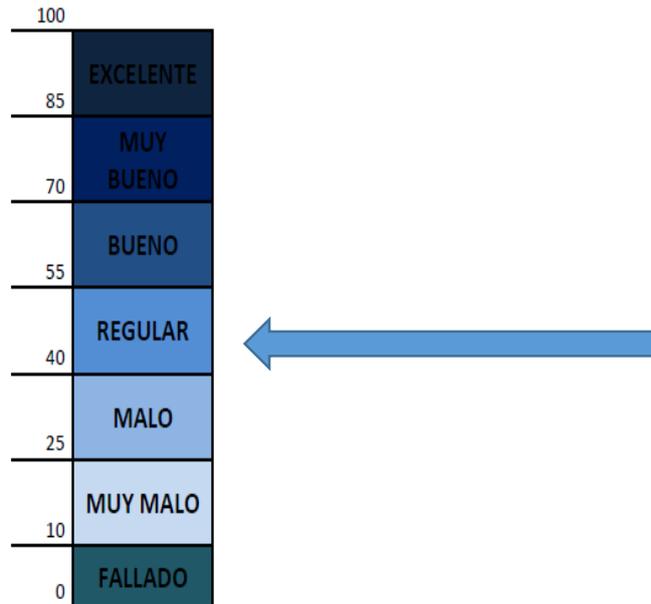
Tabla 2. Cálculo del valor deducido corregido

UM	Valor Deducido						Total	m	q	VDC
1	38	8	23	14	44	15	142	6	6	69
2	41	3	6	44	18	12	124	6	6	60
3	32	2	6	42	17	15	114	6	6	55
4	36	3	5	35	19	15	113	7	6	55
5	36	8	4	44	10	15	117	6	6	56
6	49	3	5	41	12	16	126	6	6	60
7	41	4	5	32	18	15	115	6	6	56
8	36	6	5	36	16	13	112	6	6	54
9	28	8	2	45	18	13	114	6	6	55

RANGO PCI	ESTADO
85 - 100	Excelente
	Muy
70 - 85	Bueno
55 - 70	Bueno
40 - 55	Regular
25 - 40	Malo
11 - 25	Muy Malo
0 - 10	Falla

CÁLCULO DEL PCI			
UM	VDC	PCI	Estado
1	69	31	Malo
2	60	40	Regular
3	55	45	Regular
4	55	45	Regular
5	56	44	Regular
6	60	40	Regular
7	56	44	Regular
8	54	46	Regular
9	55	45	Regular
10	54	46	regular

- El PCI será el promedio de todos los PCI de muestreo.
- **PCI = 42**



Índice de Condición del Pavimento (PCI) y Escala de Graduación.

PCI=42

- De acuerdo al dato obtenido podemos afirmar que nos encontramos en un pavimento flexible regular (PCI=42) que tiende a malo

3.2 RESULTADOS

ya que en el PCI se obtuvo que el pavimento es regular se optó por poner el refuerzo de geomalla de fibra de vidrio en la carpeta asfáltica. Por lo cual optamos por selección la opción de repavimentación (REVPV-5)



Los datos que requerimos son: información de tránsito del proyecto, espesores de las capas, CBR para cada una de las capas, confiabilidad, módulo de rigidez de capa y módulo de poisson; los datos obtenidos fueron del manual de carreteras sección pavimentos y suelos, del expediente técnico evaluación de la carretera central. Toda esta información en la opción de “Rev pav-5”. Con lo cual el software logra revisar el trabajo por fatiga y deformación de la unidad estructurales del pavimento flexible.

Para verificar el pavimento flexible con refuerzo de geomalla de fibra de vidrio tendremos que conocer las características como el módulo de rigidez de la geomalla y con esos datos el programa determinara la deformación y fatiga del pavimento flexible con refuerzo de geomalla de fibra de vidrio.

3.2.1 pavimento flexible de la carrete central

➤ Tránsito de proyecto – IMDA

IMDA calculado $7000 \text{ vehículos} \times 365 \text{ días} = 2500000 \text{ vehículos}$

Rev. 5.0

TRÁNSITO DEL PROYECTO

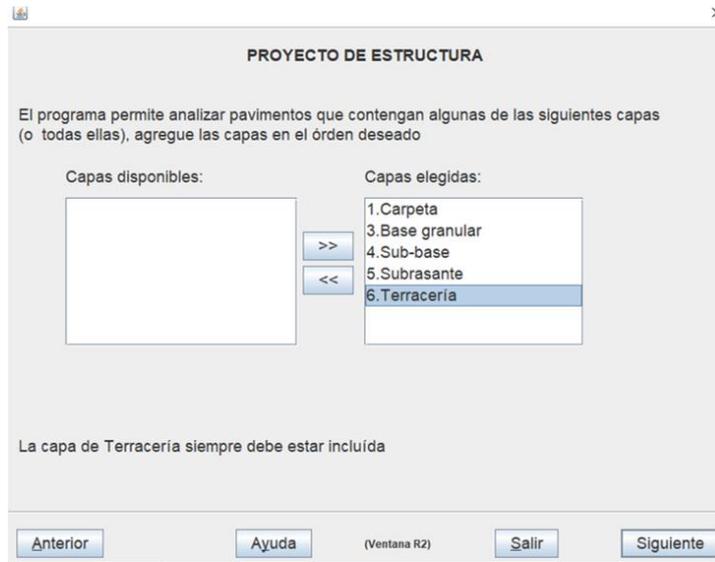
Introduzca el tránsito de proyecto en millones de ejes estándar

Para daño superficial (será empleado en el diseño de la carpeta) :

Para daño profundo (para prevenir deformación de la terracería) :

Dispav-5 versión 3.0
Rev. 5.0

➤ Selección de las capas que se va utilizar



Se seleccionará las capas de la terracería, subrasante, sub-base, base granular y carpeta asfáltica

➤ Espesores de capa según expediente técnico

Tabla 3. Espesores del pavimento flexible según expediente técnico

M E T R A D O S

ACTIVIDAD : CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE

UNIDAD : m2

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	METRADO	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Excavación no clasificada	m3	3,147.72	26.56	83,603.44
Conformación de Sub Rasante e=1 m.	m2	7,869.28	16.62	130,787.43
Eliminación de material excedente	m3	3,147.72	13.42	42,242.40
Sub base granular e = 0.20 m.	m3	1,573.84	24.08	37,898.07
Base granular e = 0.20 m.	m3	1,573.84	27.45	43,201.91
Imprimación asfáltica	m2	7,869.28	3.73	29,352.41

Carpeta asfáltica en caliente e = 2"	m3	393.48	22.64	8,908.39
Sardineles peraltados	MI	2,480.00	56.91	141,136.80
COSTO TOTAL				517,130.86

Costo Unitario Ponderado = Costo Total / Área = $\frac{517,130.86}{7,784.00} = 66.44$

Costo Ponderado por m2 = **66.44**

➤ Obtención de espesores según expediente técnico

The screenshot shows a window titled "ESTRUCTURACIÓN" with the following data:

Capa	Espesor cm
Carpeta	5
Base granular	20
Sub-base	20
Subrasante	100
Terracería	

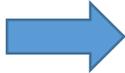
Below the table, there is a note: "Introduzca los espesores propuestos para cada capa (en cm)". At the bottom of the window, there are buttons for "Anterior", "Ayuda", "Salir", and "Siguiete".

Los espesores datos se obtuvieron del expediente técnico de evaluación de la carretera central 2014.

➤ Obtención de CBR%

- CBR Subrasante

Tabla 4. Categoría de subrasante



CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia

Se consiguió el CBR de la Subrasante de manual de Carreteras sección Suelos y pavimentos del MTC, se optó por un CBR del 15%.

- CBR. Sub-base

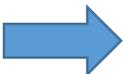
Tabla 5. Categoría de sub-base

SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

- CBR. Base

Tabla 6. Categoría de base



BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a _{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico

ESTRUCTURACIÓN		
Capa	Espesor cm	VRSz %
Carpeta	5	
Base granular	20	80
Sub-base	20	40
Subrasante	100	15
Terracería		3

Intruduzca el VRSz de las capas (en porciento)

Anterior Ayuda (Ventana R3) Salir Siguiente

➤ CALCULO DE MÓDULO DE RIGIDEZ

- Calculo de módulo de rigidez para la terracería $130 \times 3^{0.7} = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Calculo de módulo de rigidez para la subrasante $130 \times 15^{0.7} = 865 \text{ kg/cm}^2$
- Calculo de módulo de rigidez para la sub-base $130 \times 40^{0.7} = 1719 \text{ kg/cm}^2$
- Calculo de módulo de rigidez para la base granular $130 \times 80^{0.7} = 2793 \text{ kg/cm}^2$

El módulo de rigidez de la carpeta de rodadura se obtuvo de la tesis determinación de módulo de rigidez y caracterización de modulo dinámico de mezclas de la universidad técnica Federico Santa María de Chile, se tuvo como conclusión En promedio el valor obtenido para el Módulo de Rigidez es de 8.800 [MPa] aproximadamente

ESTRUCTURACIÓN

Capa	Espesor cm	VRSz %	Módulo de Rigidez kg/cm ²
Carpeta	<input type="text" value="5"/>		<input type="text" value="89735.03"/>
Base granular	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="2793"/>
Sub-base	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="1719"/>
Subrasante	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="865"/>
Terracería		<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="280"/>

Se sugieren los valores como módulos de rigidez de capas no estabilizadas. Esos valores se obtuvieron de $E = 130 \text{ VRSz}^{0.7}$.
 Esta ecuación se obtiene para condiciones generales, pero puede requerir adecuaciones en casos particulares.

(Ventana R3)

➤ MÓDULO DE POISSON

ESTRUCTURACIÓN

Capa	Espesor cm	VRSz %	Módulo de Rigidez kg/cm ²	Poisson
Carpeta	<input type="text" value="5"/>		<input type="text" value="89735.03"/>	<input type="text" value=".45"/>
Base granular	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="2793"/>	<input type="text" value=".35"/>
Sub-base	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="1719"/>	<input type="text" value=".45"/>
Subrasante	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="865"/>	<input type="text" value=".45"/>
Terracería		<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="280"/>	<input type="text" value=".45"/>

Introduzca los valores de Poisson deseados.
 El valor introducido debe estar entre 0.1 y 0.5.

(Ventana R3)

➤ CONFIABILIDAD

La confiabilidad se obtuvo del cuadro 12.6 del método AAHSTO 93 y obtuvimos una confiabilidad de 85% , ya que, nuestros ejes equivalentes son de 2500000

Tabla 7. Nivel de confiabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15		>30'000,000	95%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

NIVELES DE CONFIANZA

El método permite elegir el nivel de confianza del proyecto.

Se sugiere emplear un nivel de confianza del 85% pero puede emplear otro nivel (entre 50% y 99%)

Puede cambiarlo si lo desea: %

Anterior
Ayuda
(Ventana R5)
Salir
Siguiente

RESUMEN DE DATOS DE ENTRADA

Nivel de confianza: 85.0%

	Módulo kg/cm ²	Relación Poisson	Espesor cm
Carpeta	89735	0.45	5
Base granular	2793	0.35	20
Sub-base	1719	0.45	20
Subrasante	865	0.45	100
Terracería	280	0.45	Semi-inf.

(Ventana R6)

➤ RESULTADOS FINALES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA CENTRAL.

RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO

Camino de altas especificaciones.

Nivel de confianza en el diseño: 85%

Capa	H cm	VRSz %	E kg/cm ²	Poisson	Vida Previsible	
					Def	Fatiga
Carpeta	5		89735	0.45		3.46
Base granular	20	80	2793	0.35	1.74	
Sub-base	20	40	1719	0.45	2.76	
Subrasante	100	15	865	0.45	4.6	
Terracería	Se...	3	280	0.45	40.6	

Vida Previsible

Deformación	1.74
Fatiga	3.46

(Ventana R7)

3.3.1 Pavimento flexible de la carretera central con refuerzo de geomalla de fibra de vidrio

➤ Tránsito de proyecto – IMDA

IMDA calculado 7000 vehículos x 365 días =2500000 vehículos

Rev. 5.0

TRÁNSITO DEL PROYECTO

Introduzca el tránsito de proyecto en millones de ejes estándar

Para daño superficial (será empleado en el diseño de la carpeta) :

Para daño profundo (para prevenir deformación de la terracería) :

Dispav-5 versión 3.0
Rev. 5.0

➤ Selección de las capas que se va utilizar

PROYECTO DE ESTRUCTURA

El programa permite analizar pavimentos que contengan algunas de las siguientes capas (o todas ellas), agregue las capas en el orden deseado

Capas disponibles:

Capas elegidas:

- 1. Carpeta
- 3. Base granular
- 4. Sub-base
- 5. Subrasante
- 6. Terracería

La capa de Terracería siempre debe estar incluida

Anterior Ayuda (Ventana R2) Salir Siguiente

➤ Obtención de espesores según expediente técnico

The screenshot shows a software window titled "ESTRUCTURACIÓN" with a table for inputting layer thicknesses. The table has two columns: "Capa" and "Espesor cm". The rows are: "Carpeta" with a value of 5, "Base granular" with 20, "Sub-base" with 20, "Subrasante" with 100, and "Terracería" which is empty. Below the table, there is a text prompt: "Introduzca los espesores propuestos para cada capa (en cm)". At the bottom of the window, there are five buttons: "Anterior", "Ayuda", "(Ventana R3)", "Salir", and "Siguiete".

Capa	Espesor cm
Carpeta	5
Base granular	20
Sub-base	20
Subrasante	100
Terracería	

Introduzca los espesores propuestos para cada capa (en cm)

Anterior Ayuda (Ventana R3) Salir Siguiete

➤ Los espesores datos se obtuvieron del expediente técnico de evaluación de la carretera central 2014.

➤ Obtención de CBR%

-Se saco el CBR de la Subrasante de manual de Carreteras sección Suelos y pavimentos del MTC, se optó por un CBR del 15%.

- Se obtuvo el CBR de la base de manual de Carreteras sección Suelos y pavimentos del MTC, se optó por un CBR del 40%

- Se obtuvo el CBR de la base de manual de Carreteras sección Suelos y pavimentos del MTC, se optó por un CBR del 80%

ESTRUCTURACIÓN

Capa	Espesor cm	VRSz %
Carpeta	5	
Base granular	20	80
Sub-base	20	40
Subrasante	100	15
Terracería		3

Intruduzca el VRSz de las capas (en porciento)

(Ventana R3)

➤ **Calculo de módulo de rigidez**

- Calculo de módulo de rigidez para la terracería $130 \times 3^{0.7} = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Calculo de módulo de rigidez para la subrasante $130 \times 15^{0.7} = 865 \text{ kg/cm}^2$
- Calculo de módulo de rigidez para la sub-base $130 \times 40^{0.7} = 1719 \text{ kg/cm}^2$
- Calculo de módulo de rigidez para la base granular $130 \times 80^{0.7} = 2793 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de rigidez de la geomalla de fibra de vidrio $100 \text{ Kn/m} = 10197 \text{ Kg/cm}^2$

ESTRUCTURACIÓN

Capa	Espesor cm	VRSz %	Módulo de Rigidez kg/cm ²
Carpeta	5		10197
Base granular	20	80	2793
Sub-base	20	40	1719
Subrasante	100	15	865
Terracería		3	280

➤ MÓDULO DE POISSON

ESTRUCTURACIÓN

Capa	Espesor cm	VRSz %	Módulo de Rigidez kg/cm ²	Poisson
Carpeta	<input type="text" value="5"/>		<input type="text" value="10197"/>	<input type="text" value="0.35"/>
Base granular	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="2793"/>	<input type="text" value=".35"/>
Sub-base	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="1719"/>	<input type="text" value=".45"/>
Subrasante	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="865"/>	<input type="text" value="0.45"/>
Terracería		<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="280"/>	<input type="text" value="0.45"/>

Introduzca los valores de Poisson deseados.
El valor introducido debe estar entre 0.1 y 0.5.

(Ventana R3)

➤ CONFIABILIDAD

NIVELES DE CONFIANZA

El método permite elegir el nivel de confianza del proyecto.

Se sugiere emplear un nivel de confianza del 85% pero puede emplear otro nivel (entre 50% y 99%)

Puede cambiarlo si lo desea: %

(Ventana R5)

➤ RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO

RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO

Camino de altas especificaciones.
Nivel de confianza en el diseño: 85%

Capa	H cm	VRSz %	E kg/cm ²	Poisson	Vida Previsible	
					Def	Fatiga
Carpeta	5		10197	0.35		0.89
Base granular	20	80	2793	0.35	0.24	
Sub-base	20	40	1719	0.45	0.31	
Subrasante	100	15	865	0.45	0.97	
Terracería	Se...	3	280	0.45	22.82	

Vida Previsible

Deformación	0.24
Fatiga	0.89

(Ventana R7)

Tabla 8. Resultados Deformación y Fatiga

Cuadro comparativo			
Sin geomalla de fibra de vidrio		Con geomalla de fibra de vidrio	
Deformación:	1.74	Deformación:	0.24
Fatiga:	3.46	Fatiga:	0.89

Se verifico que el pavimento flexible que tiene como refuerzo la geomalla de fibra de vidrio disminuye la deformación y fatiga con respecto a un pavimento convencional.

3.3 RESULTADOS

Se realizó el diseño de pavimento “Dispav” con refuerzo de geomalla de fibra de vidrio, en el cual obtenemos como datos el tránsito del proyecto, los espesores de las capas del pavimento datos obtenidos del expediente técnico, así también utilizamos el CBR de cada una de las capas, confiabilidad, módulo de rigidez, el módulo de poisson. Con la finalidad de que se logre determinar la vida útil previsible del pavimento.

➤ Tránsito del proyecto -IMDA

Según el diario el peruano:

La norma recuerda que la carretera Central, que forma parte de la Red Vial Nacional, es la principal vía articuladora del transporte de personas y mercancías hacia la zona central del país, de las evaluaciones realizadas, se calcula que al finalizar el presente año alcanzará un Índice Medio Diario Anual (IMDA) de aproximadamente 7,000 vehículos. (El Peruano, 2017)

Entonces 7000 vehículos diarios x 365 días del año es igual a 2500000 vehículos a soportar.

Rev. 5.0

TRÁNSITO DEL PROYECTO

Se requiere conocer el tránsito en el carril de proyecto en millones de ejes estándar (ejes sencillos de 8.2 toneladas)

Tiene dos opciones para calcular el tránsito equivalente:

- Si conoce el tránsito de proyecto, introducirlo directamente
- Calcularlo a partir del tránsito mezclado

Rev. 5.0

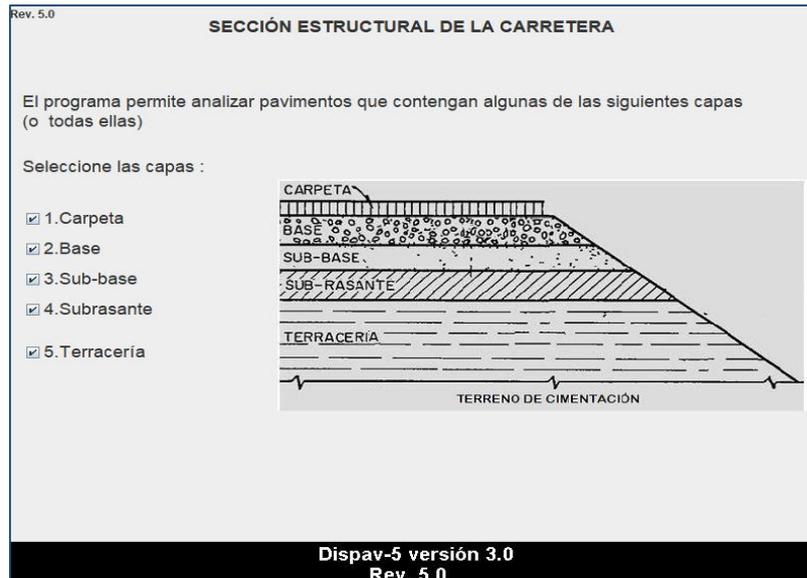
TRÁNSITO DEL PROYECTO

Introduzca el tránsito de proyecto en millones de ejes estándar

Para daño superficial (será empleado en el diseño de la carpeta) :

Para daño profundo (para prevenir deformación de la terracería) :

➤ SECCIÓN ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA



➤ ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO

Capa	Espesor cm
Carpeta	5
Base granular	20
Sub-base	20
Subrasante	100
Terracería	

➤ OBTENCIÓN DE CBR%

a) Base

- Se obtuvo el CBR de la base de manual de Carreteras sección Suelos y pavimentos del MTC, se optó por un CBR del 80%

b) Sub base

- Se obtuvo el CBR de la sub-base de manual de Carreteras sección Suelos y pavimentos del MTC, se optó por un CBR del 40%

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a _i (cm)	OBSERVACION
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a _{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Figura: CBR adecuado para Base y Sub-base
Fuente: Manual de Carretera

c) Subrasante

Se obtuvo el CBR de la Subrasante de manual de Carreteras sección Suelos y pavimentos del MTC, se optó por un CBR del 15%

CATEGORIAS DE SUB RASANTE	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Figura: Categoria de Subrasante
Fuente: Manual de Carretera

Resumen de CBR

Rev. 5.0

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Capa	CBRz %
1. Carpeta	
2. Base granular (min. 80%)	<input type="text" value="80"/>
3. Sub-base (min. 25%)	<input type="text" value="40"/>
4. Subrasante (min. 15%)	<input type="text" value="15"/>
5. Terracería (min. 3%)	<input type="text" value="3"/>

➤ CALCULO DE MÓDULO DE RIGIDEZ

- Calculo de módulo de rigidez para la terracería $130 \times 3^{0.7} = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Calculo de módulo de rigidez para la subrasante $130 \times 15^{0.7} = 865 \text{ kg/cm}^2$
- Calculo de módulo de rigidez para la sub-base $130 \times 40^{0.7} = 1719 \text{ kg/cm}^2$
- Calculo de módulo de rigidez para la base granular $130 \times 80^{0.7} = 2793 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de rigidez de la geomalla de fibra de vidrio $100 \text{ Kn/m} = 10197 \text{ Kg/cm}^2$

➤ CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Resumen de datos

Calculo automático de relación de Poisson

Rev. 5.0

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Capa	CBRz %	CBRp %	Módulo de Rigidez (Kg/cm2)	Poisson
1.Carpeta			10197	0.35
2.Base granular (min.80%)	80	80.0	2793	0.35
3.Sub-base (min.25%)	40	30.0	1719	0.45
4.Subrasante (min.15%)	15	15.0	865	0.45
5.Terracería (min.3%)	3	3.0	280	0.45

Se proponen valores para las relaciones de Poisson de cada capa, puede modificarlas si así lo desea.

Dispav-5 versión 3.0
Rev. 5.0

➤ NIVEL DE CONFIABILIDAD

Rev. 5.0

NIVELES DE CONFIANZA

El método permite elegir el nivel de confianza del proyecto.

Se sugiere emplear un nivel de confianza del 85% pero puede emplear otro nivel (entre 50% y 99%)

Puede cambiarlo si lo desea: %

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%



Figura: Nivel de confiabilidad
Fuente: Manual de Carretera

➤ RESULTADOS FINALES

Rev. 5.0

RESULTADOS FINALES DEL PROYECTO

Camino de altas especificaciones. Nivel de confianza en el diseño: 85.0%

Para un tránsito de 2.5 millones de ejes estándar

Capa	H cm	CBRz %	E kg/cm2	Poisson
Carpeta	5.0		10197	0.35
Base granular	20	80.0	2793	0.35
Sub-base	20	40.0	1719	0.45
Subrasante	100	15.0	865	0.45
Terracería	Semi-inf.	3.0	280	0.45

La vida previsible es + 10%

Tiene las siguientes opciones:

(Ventana 016)

Tabla 9. Resultados - Vida previsible

CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS			
VIDA PREVISIBLE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE		VIDA PREVISIBLE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO	
VIDA	15 AÑOS	VIDA	16.5 AÑOS

IV. DISCUSIÓN

Discusión de los resultados

Según nuestra primera hipótesis presentada se determinó los diferentes tipos de fallas representados en niveles de severidad tales como “Low” (L), “Medium” (M), “High” (H). cabe mencionar que se encontraron más fallas (L) en las inspecciones realizadas, también en nuestra hipótesis se dedujo que se podría encontrar en estado regular, lo cual una vez de identificar y realizar los promedios de los índices de condición del pavimento nos dio el valor de 42 en una escala de 0 -100 cual el valor de 42 es un rango regular.

Según muestra segunda hipótesis específica presentada se determinó que la geomalla de fibra de vidrio reforzaría el pavimento flexible, ante los excesos de cargas de tránsito mediante el programa dispave-5, los resultados del programa fueron que el pavimento flexible convencional para un tránsito de 2.5 millones de vehículos al año genera una deformación de 1.74 y una fatiga de 3.46 y del pavimento flexible con refuerzo de geomalla de fibra de vidrio fue una deformación de 0.24 y una fatiga de 0.89; por consiguiente la hipótesis planteada es correcta , ya que, la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo soporta excelentemente el exceso de carga de tránsito aplicada sobre esta.

Según muestra la tercera hipótesis específica presentada se determinó que la geomalla de fibra de vidrio lograría aumentar la vida útil del pavimento flexible, mediante el programa Dispave-5, se realizó una comparación de un pavimento flexible convencional con respecto a un pavimento flexible fortificado con geomalla de fibra de fibra de vidrio, en el cual se sabe que el pavimento flexible convencional que se encuentra en un estado regular, en una repavimentación tiene como máximo como vida útil 15 años, mientras que los resultados del pavimento fortificado con geomalla de fibra de vidrio respecto a la vida útil del pavimento convencional, se obtuvo que prolonga la vida útil en un 10% ; por ende la hipótesis planteada es correcta, ya que al colocar la geomalla de fibra de vidrio logra aumentar la vida útil del pavimento.

V. CONCLUSIONES

Se describió que la geomalla de fibra de vidrio en un pavimento regular ubicado en la carpeta asfáltica distribuye las cargas uniformemente al pavimento flexible disminuyendo las deformaciones y fatiga así como también prolongando la vida útil del pavimento flexible.

Se identificó el índice del estado del pavimento, obteniendo un resultado de 42 en una escala de 0 – 100, confirmando que es en un pavimento **REGULAR** con indicios a **MALO** por el crecimiento descontrolado de las fallas en el pavimento.

Se determinó con el programa DISPAV-5 que la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo en una repavimentación del pavimento flexible logra disminuir las cargas producidas por el tránsito pesado logrando distribuir uniformemente las cargas y así disminuir la fatiga y deformación hasta en un 80% de un pavimento flexible convencional.

Se determinó que el refuerzo del pavimento con la geomalla de fibra de vidrio aumenta su vida útil en un 10% con respecto al pavimento flexible convencional de la carretera central.

VI. RECOMENDACIONES

Estas recomendaciones tienen que estar en concordancia a los resultados de la investigación, por lo que estas son:

Las muestras realizadas se evaluaron por el método PCI tomando todas las consideraciones mencionadas en este método, se recomienda realizar la continuación del tramo evaluado con el otro técnica de examinación del estado del pavimento flexible cual es el VIZIR.

Se recomienda verificar otros tipos de comportamientos para constatar que la geomalla de fibra de vidrio sigue siendo la mejor alternativa de refuerzo.

Se recomienda realizar mantenimiento constante a la vía para así prolongar su vida útil aún más de lo previsto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMIJOS Oviedo. Evaluación del desempeño del hormigón asfáltico reforzado con geo sintético y fibra de vidrio para un pavimento .trabajo para la obtención de título profesional de ingeniero civil. Universidad de las fuerzas armadas. Sangolqui,2018. 195pp.
- BECERRIL, Antonio y MIRANDA, Diego. Procedimiento constructivo de pavimentos flexibles en la carretera: Barranca Larga en el Estado de Oaxaca.Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil.Universidad Nacional Autónoma de México.2016. 123 pp.
- CABALLEROS, Erick. Utilización de la geomalla como refuerzo de la estructura del pavimento flexible. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala.2006.168pp.
- CCASANI, Mayra y FERRO, Yadelis. “Evaluación y Análisis de pavimentos en la Ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de pavimentos”. Tesis (Ingeniería Civil), Universidad Tecnológica de los Andes- Facultad de Ingeniería, 2017. 383 pp.
- DIAZ, Escobar.Aplicación de los geo-sintéticos en la estructura de los pavimentos y en obras de drenaje para carreteras. Trabajo para la obtención de título profesional de ingeniero civil. San Salvador, 2009.459pp.
- El Peruano: EL MTC intervendrá en la carretera Central. [en línea] [fecha de consulta: 28 de octubre del 2019].
Disponble en : <http://www.elperuano.pe/noticia-el-mtc-intervendraen-carretera-central-61198.aspx>.
- KARI, Maribel y OLORTEGUI, Jhonatan. 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). Trabajo de investigación para optar el grado de bachiller en Ingeniería Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.2019.30pp.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. IMDA. [en línea] [fecha de consulta: 28 de Octubre del 2019].
Disponble: <http://mtcgeo2.mtc.gob.pe/imdweb/>

- MONTEJO, A. (2002). Ingeniería de pavimentos para carreteras (2a. ed.). Santa fe de Bogotá: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones.
- NUÑEZ Condori. Optimización de espesores de pavimento con aplicación de geo-sintéticos, trabajo para la obtención de título profesional de ingeniero civil. Puno, 2016.255pp.
- ORREGO CABANILLAS, Daniel Alberto. “Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles”. Tesis (Ingeniero Civil), Pontificia Universidad Católica Del Perú- Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2014. 81 pp.
- PARDO, M., y CANATA, M. (2002, Noviembre). Malla metálica para la reflexión de grietas en recapados asfálticos. Trabajo presentado en el 6° Congreso Internacional PROVIAL. Chillan, Chile.
- PAVCO. (Junio de 2012) Manual de Diseño con Geosinteticos. Bogota , Colombia: Norte Grafico.
- PÓLITO ROMÁN, Gerardo. “Evolución tecnologías aplicadas en la actualidad y en el futuro de los pavimentos flexibles en México”. Tesis (Grado de Maestría en Ingeniería), Universidad Nacional Autónoma de México- Facultad de Ingeniería, 2015. 199pp.
- RAMÍREZ Gutierrez-La geogrilla de fibra de vidrio en el marco de la mecánica de materiales como alternativas para la reparación de pavimentos. Tesis para obtener el grado de ingeniería civil. Universidad Ricardo palma. Lima,2013.223pp.
- RODRÍGUEZ VELÁSQUEZ, Edgar. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Piura. Universidad de Piura, Facultada de ingeniería.2009.167 p.
- VARGAS, J.; MONCAYO, M.; CÓRDOVA, J.; MAZA, C.; BARZOLA, I.; VELASCO, G.; SALCEDO, I.; GUZHÑAY, J.; LUCIO, S. 2017. La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. Ingeniería. Mérida, México. Universidad Autónoma de Yucatán. vol. 21, núm. 1,num,pag 10.
- ARTILES, Leticia; OTERO, Jacinta; BARRIOS, Irene. Metodología de la Investigación para las ciencias de la Salud. Editorial Ciencias Médicas. La Habana, Cuba. 2008. 355pp.

ISBN: 978-959-212-385-4

- HERNÁNDEZ,Roberto; BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. (6^a ed.). Editorial Mexicana. México. 632 pp.
ISBN: 978-1-45762-2396-0

ANEXOS

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
principal	principal	principal	VARIABLE DEPENDIENTE	D1. sección transversal D2. Criterios para colocación de geomalla de fibra de vidrio D3. Refuerzo de la geomalla mediante el programa pave 5	Área del pavimento IMDA de vehículos	- ENFOQUE: Cuantitativo - TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada - NIVEL: Descriptivo - DISEÑO METODOLÓGICO: No experimental
¿De qué manera la geomalla de fibra de vidrio refuerza al pavimento flexible en la progresiva 15.5 Km a 16.5 Km de la carretera central - 2019?	Describir de qué manera la geomalla de fibra de vidrio refuerza al pavimento flexible en la progresiva 15.5 Km a 16.5 Km de la carretera central - 2019	La geomalla de fibra de vidrio reforzaría al pavimento flexible en la progresiva 15.5 Km a 16.5 Km de la carretera central-2019	V.1:		- Espesores según expediente técnico	
secundario	secundario	secundario	Estudio de la geomalla de fibra de vidrio		Requerimientos del programa Dispave5 son: confiabilidad, espesores, módulo de Poisson, módulo de rigidez, CBR, tránsito.	
¿Cuáles son las características del estado del pavimento flexible para que se implemente la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo en la progresiva 15.5 Km a 16.5 Km de la carretera central - 2019?	Identificar las características del estado del pavimento flexible mediante el PCI para la implementación de la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo	Se utilizaría la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo para el pavimento flexible que se encuentre en estado regular	VARIABLE INDEPENDIENTE	D1. Carga admisible D2. patologías del pavimento flexible D3. Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos	-Tipo de suelo según expediente técnico -Estructura del pavimento	
¿De qué manera la geomalla de fibra de vidrio refuerza al pavimento flexible ante el exceso de cargas de tránsito mediante el programa Dispave 5 en la progresiva 15.5 Km a 16.5 Km de la carretera central - 2019?	Determinar la deformación y fatiga del pavimento flexible reforzada con la geomalla de fibra de vidrio mediante el programa Dispave 5	La geomalla de fibra de vidrio reforzaría al pavimento flexible ante el exceso de cargas de tránsito mediante el programa Dispave 5 en la progresiva 15.5 Km a 16.5 Km de la carretera central - 2019	V.2:		-Fallas superficiales e internas (P.C.I)	
secundario	secundario	secundario	PAVIMENTO FLEXIBLE		*CBR óptimo según las capas del pavimento	
¿De qué manera la geomalla de fibra de vidrio como refuerzo prolonga la vida útil del pavimento flexible mediante el programa Dispave 5 en la progresiva 15.5 Km a 16.5 Km de la carretera central - 2019?	Determinar el incremento de la vida útil del pavimento flexible reforzado con la geomalla de fibra de vidrio mediante el programa Dispave 5.	La geomalla de fibra de vidrio lograría prolongar la vida útil del pavimento flexible mediante el programa Dispave 5 en la progresiva 15.5 Km a 16.5 Km de la carretera central - 2019				

MÉTODO PCI

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

HOJA DE REGISTRO

Nombre de las vías :		sección :	1	Unidad de muestra :	U1
Ejecutor :	<i>Grupo de investigación a cargo</i>	Fecha:	22/10/20 19	Área :	210

1.- <i>Piel de cocodrilo.</i>	6.- <i>Depresión.</i>	11. <i>Parches .</i>	16. <i>Fisura parabólica o por deslizamiento.</i>
2.- <i>Exudación.</i>	7.- <i>Fisura de borde.</i>	12. <i>Agregado pulido.</i>	17. <i>Hinchamiento.</i>
3.- <i>Fisuras de bloque Ahullamiento y hundimiento.</i>	8.- <i>Fisura de reflexión de junta.</i>	13. <i>Baches.</i>	18. <i>Peladura por interperismo.</i>
4.- <i>Corrugación.</i>	9.- <i>Desnivel carril-berma. Fisuras longitudinales y transversales.</i>	14. <i>Ahuellamiento.</i>	
5.- <i>Corrugación.</i>	10.- <i>transversales.</i>	15. <i>Desplazamiento.</i>	

<u>FALLA</u>	<u>CANTIDAD</u>						<u>TOTAL</u>	<u>DENSIDAD %</u>	<u>VALOR DEDUCIDO</u>
1 L	9.94	4.12					14.06	6.7	38
8L	2.32	3.22					5.54	2.6	8
11H	2.42	1.98					4.4	2.1	23
11M	1.56	1.45	1.24				4.25	2.0	14
12	1	61.2	91.8				154	73.3	44
14L	0.66	0.78	0.45				1.89	0.9	15

HOJA DE REJISTRO

Nombre de las vías :	AV. Carretera central	sección :	1	Unidad de muestra :	U2
Ejecutor :	<i>Grupo de investigación a cargo</i>	Fecha:	22/10/2019	Área :	210

1.- <i>Piel de cocodrilo.</i>	6.- <i>Depresión.</i>	11.- <i>Parches .</i>	16.- <i>Fisura parabólica o por deslizamiento.</i>
2.- <i>Exudación.</i>	7.- <i>Fisura de borde.</i>	12.- <i>Agregado pulido..</i>	17.- <i>Hinchamiento.</i>
3.- <i>Fisuras de bloque.</i>	8.- <i>Fisura de reflexión de junta.</i>	13.- <i>Baches.</i>	18.- <i>Peladura por interperismo.</i>
4.- <i>Ahullamiento y hundimiento</i>	9.- <i>Desnivel carril-berma. Fisuras longitudinales y</i>	14.- <i>Ahuellamiento</i>	
5.- <i>Corrugación.</i>	10.- <i>transversales.</i>	15.- <i>Desplazamiento.</i>	

<u>FALLA</u>	<u>CANTIDAD</u>						<u>TOTAL</u>	<u>DENSIDAD</u>	<u>VALOR DEDUCIDO</u>
1 L	11.23	6.12					17.35	8.26	41
8 L	1.59	0.96					2.55	1.21	3
11 H	2.25	1.24	0.98				4.47	2.13	6
12	1	62.12	90.25				153.37	73.03	44
13 H	0.38	0.85	0.37	0.45			2.05	0.98	18
14 L	0.72	0.45					1.17	0.56	12

HOJA DE REJISTRO

Nombre de las vías :	AV. Carretera central	Sección :	1	Unidad de muestra :	U3
Ejecutor :	<i>Grupo de investigación a cargo</i>	Fecha:	<i>22/10/2019</i>	Área :	210

1.- <i>Piel de cocodrilo.</i> 2.- <i>Exudación..</i> 3.- <i>Fisuras de bloque. Ahullamiento y hundimiento.</i> 4.- <i>Corrugación.</i>	6.- <i>Depresión.</i> 7.- <i>Fisura de borde.</i> 8.- <i>Fisura de reflexión de junta.</i> 9.- <i>Desnivel carril-berma. Fisuras longitudinales y transversales.</i>	11. <i>Parches.</i> 12. <i>Agregado pulido.</i> 13. <i>Baches.</i> 14. <i>Ahuellamiento.</i> 15. <i>Desplazamiento.</i>	16. <i>Fisura parabólica o por deslizamiento.</i> 17. <i>Hinchamiento.</i> 18. <i>Peladura por interperismo.</i>
---	---	---	--

FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	D							AD	
1L	8.12						8.12	3.87	31
8L	1.89						1.89	0.90	2
11H	3.35	1.26					4.61	2.20	6
12	1	52.12	86.12				139.24	66.30	42
13H	0.42	0.38	0.32	0.5	0.34		1.96	0.93	17
14L	0.54	0.72	0.41				1.67	0.8	15

HOJA DE REGISTRO

Nombre de las vías :	AV. Carretera central	sección :	1	Unidad de muestra :	U4
Ejecutor :	<i>Grupo de investigación a cargo</i>	Fecha:	22/10/2019	Área :	210

1.- <i>Piel de cocodrilo.</i>	6.- <i>Depresión</i>	11.- <i>Parches</i>	16.- <i>Fisura parabólica o por deslizamiento.</i> 17.- <i>Hinchamiento..</i> 18.- <i>Peladura por interperismo.</i>
2.- <i>Exudación.</i>	7.- <i>Fisura de borde</i>	12.- <i>Agregado pulido..</i>	
3.- <i>Fisuras de bloque.</i>	8.- <i>Fisura de reflexión de junta</i>	13.- <i>Baches.</i>	
4.- <i>Ahullamiento y hundimiento</i>	9.- <i>Desnivel carril-berma.</i>	14.- <i>Ahuellamiento.</i>	
5.- <i>Corrugación</i>	10.- <i>Fisuras longitudinales y transversales.</i>	15.- <i>Desplazamiento</i>	

<u>FALLA</u>	<u>CANTIDAD</u>						<u>TOTAL</u>	<u>DENSIDAD</u>	<u>VALOR DEDUCIDO</u>
1L	13.25						13.25	6.31	36
8L	2.89						2.89	1.38	3
11H	3.12						3.12	1.49	5
12	1	63.45	35.12				98.57	46.94	35
13H	0.38	0.4	0.78	0.42	0.5		2.48	1.18	19
14L	0.7	0.68	0.46				1.84	0.88	15

HOJA DE REJISTRO

Nombre de las vías :	AV. Carretera central	sección :	1	Unidad de muestra :	U5
Ejecutor :	Grupo de investigación a cargo	Fecha:	22/10/2019	Área :	210

1.- Piel de cocodrilo	6.- Depresión	11. Parches	16. Fisura parabólica o por deslizamiento
2.- Exudación	7.- Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento
3.- Fisuras de bloque	8.- Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por interperismo
4.- Ahullamiento hundimiento	9.- Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	
5.- Corrugación	10.- Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento	

FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	D	D	D	D	D	D	D	D	
1L	9.94	4.12					14.06	6.7	36
8L	2.42	1.45	2.56	1.24			6.43	3.06	8
11H	2.32						2.32	1.1	4
12	1	62.4	86.1	5			148.55	70.74	44
13H	0.45						0.45	0.21	10
14	0.7	0.48	0.44				1.62	0.77	15

HOJA DE REGISTRO

Nombre de las vías :	AV. Carretera central	sección :	1	Unidad de muestra :	U6
Ejecutor :	<i>Grupo de investigación a cargo</i>	Fecha:	<i>22/10/2019</i>	Área :	210

1.- <i>Piel de cocodrilo</i>	6.- <i>Depresión</i>	11.- <i>Parches</i>	16.- <i>Fisura parabólica o por deslizamiento</i>
2.- <i>Exudación</i>	7.- <i>Fisura de borde</i>	12.- <i>Agregado pulido</i>	17.- <i>Hinchamiento</i>
3.- <i>Fisuras de bloque Ahullamiento y hundimientos</i>	8.- <i>Fisura de reflexión de junta</i>	13.- <i>Baches</i>	18.- <i>Peladura por interperismo</i>
4.- <i>Corrugación</i>	9.- <i>Desnivel carril-berma Fisuras longitudinales y transversales</i>	14.- <i>Ahuellamiento</i>	
5.- <i>Corrugación</i>	10.- <i>Desplazamiento</i>	15.- <i>Desplazamiento</i>	

<u>FALLA</u>	<u>CANTIDAD</u>						<u>TOTAL</u>	<u>DENSIDAD</u>	<u>VALOR DEDUCIDO</u>
1L	10.12	12.1					22.22	10.58	49
8L	2.45						2.45	1.17	3
11H	3.44						3.44	1.64	5
12	1	72.45	40.15	12.45	8.45		133.5	63.57	41
13H	0.36	0.4					0.76	0.36	12
14L	0.7	0.78	0.6				2.08	0.99	16

MÉTODO PCI

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

HOJA DE REGISTRO

Nombre de las vías :	AV. Carretera central	Sección :	1	Unidad de muestra :	U7
Ejecutor :	Grupo de investigación a cargo	Fecha:	10/22/2019	Área :	210

1.- <i>Piel de cocodrilo</i>	6.- <i>Depresión</i>	11.- <i>Parches</i>	16.- <i>Fisura parabólica o por deslizamiento</i> 17.- <i>Hinchamiento Peladura por interperismo</i> 18.- <i>interperismo</i>
2.- <i>Exudación</i>	7.- <i>Fisura de borde</i>	12.- <i>Agregado pulido</i>	
3.- <i>Fisuras de bloque Ahullamiento y hundimiento</i>	8.- <i>Fisura de reflexión de junta</i>	13.- <i>Baches</i>	
4.- <i>Corrugación</i>	9.- <i>Desnivel carril-berma</i>	14.- <i>Ahuellamiento</i>	
5.- <i>Corrugación</i>	10.- <i>Fisuras longitudinales y transversales</i>	15.- <i>Desplazamiento</i>	

<u>FALLA</u>	<u>CANTIDAD</u>						<u>TOTAL</u>	<u>DENSIDAD</u>	<u>VALOR DEDUCIDO</u>
1L	8.45	4.56	3.54				16.55	7.88	41
8L	1.88	1.44					3.32	1.58	4
11H	1.86	1.16					3.02	1.44	5
12	1	32.12	35.46				67.58	32.18	32
13H	0.36	0.42	0.45	0.52	0.4		2.15	1.02	18
14L	0.66	0.78	0.32	0.12			1.88	0.9	15

MÉTODO PCI

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

HOJA DE REGISTRO

Nombre de las vías :	AV. Carretera central	Sección :	1	Unidad de muestra :	U8
Ejecutor :	<i>Grupo de investigación a cargo</i>	Fecha:	<i>10/22/2019</i>	Área :	210

1.- <i>Piel de cocodrilo</i>	6.- <i>Depresión</i>	11.- <i>Parches</i>	16.- <i>Fisura parabólica o por deslizamiento</i> 17.- <i>Hinchamiento</i> 18.- <i>Peladura por interperismo</i>
2.- <i>Exudación</i>	7.- <i>Fisura de borde</i>	12.- <i>Agregado pulido</i>	
3.- <i>Fisuras de bloque</i>	8.- <i>Fisura de reflexión de junta</i>	13.- <i>Baches</i>	
4.- <i>Abultamiento y hundimiento</i>	9.- <i>Desnivel carril-berma</i>	14.- <i>Ahuellamiento</i>	
5.- <i>Corrugación</i>	10.- <i>Fisuras longitudinales y transversales</i>	15.- <i>Desplazamiento</i>	

<u>FALLA</u>	<u>CANTIDAD</u>						<u>TOTAL</u>	<u>DENSIDAD</u>	<u>VALOR DEDUCIDO</u>
1L	6.12	5.08	2.14				13.34	6.35	36
8L	1.62	1.44	1.22				4.28	2.04	6
11H	1.85	1.15					3	1.43	5
12	1	35.14	42.82	22.26			100.22	47.72	36
13H	0.4	0.41	0.38				1.19	0.57	16
14L	0.98						0.98	0.47	13

Catálogo de deterioro		
Tipo de pavimento	Pavimento Flexible	
Deterioro	Deterioro en Calzada Deterioro o Falla Estructural: Piel de cocodrilo	
Descripción	La piel de cocodrilo está constituida por fisuras que forman polígonos irregulares de ángulos agudos.	
Imagen o aspecto Superficial		
Evaluación	Proporción del área afectada respecto al área total. Imagen: Carretera central (Km 09+000)	
Frontera y nivel de gravedad	L	Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto
	M	Malla mediana (entre 0.3 m y 0.5 m) sin o con material suelto.
	H	Malla pequeña (<0.3m) sin o material suelto.
Causas comunes	El deterioro/falla es consecuencia del fenómeno de fatiga de las capas asfálticas sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento. Esta falla comienza en la parte inferior de las capas asfálticas. La fisuración se propaga a la superficie.	
Tipo de intervención	Según la gravedad de la piel de cocodrilo y su extensión, así como de otros elementos de diagnóstico (deformaciones, deflexión y rugosidad), se consideran: -Ninguna medida -Reparaciones por sello o carpeta asfáltica con mezcla en caliente -Sello o carpeta asfáltica	
Nota: Se considera como área afectada a la suma de las áreas de los rectángulos que circunscriben a cada una de las áreas con deterioro.		

Fuente: (NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS)

TABLA 3 Deterioro: Piel de Cocodrilo

Catálogo de deterioro	
Tipo de pavimento	Pavimento Flexible
Deterioro	Deterioro en Calzada Deterioro o Falla Estructural: Piel de cocodrilo
Descripción	El ahuellamiento relacionado con el comportamiento inestable de la capa de rodadura
Imagen o aspecto Superficial	
Evaluación	Proporción del área afectada respecto al área total. Imagen: Carretera central (Km 08+500)
Frontera y nivel de gravedad	L Profundidad ≤ 6 mm.
	M Profundidad >6 mm y ≤ 12 mm
	H Profundidad > 12 mm.
Causas comunes	<ul style="list-style-type: none"> - Defecto de dosificación del asfalto. - Inadecuación entre el tipo de asfalto y la temperatura de la capa de rodadura. - Inadecuación entre la gradación de los agregados y la temperatura de la capa de rodadura. - Inadecuación n entre la gradación de los agregados y la clase de tránsito.
Tipo de intervención	Según la gravedad de las deformaciones y su extensión, así como otros elementos de diagnóstico (deflexión y rugosidad), se consideran: <ul style="list-style-type: none"> - Ninguna medida - Reparaciones con mezcla en caliente - Carpeta asfáltica - Fresado y carpeta asfáltica - Rehabilitación o reconstrucción parcial o total (incluyendo el drenaje si fuera necesario).
Nota: Se considera como área afectada a la suma de las áreas de los rectángulos que circunscriben a cada una de las áreas con deterioro.	

TABLA 4 Deterioro: Ahuellamiento

Fuente: (NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS)

Catálogo de deterioro	
Tipo de pavimento	Pavimento Flexible
Deterioro	Deterioro en Calzada Deterioro o Falla Estructural: Piel de cocodrilo
Descripción	Los baches o huecos son consecuencia normalmente del desgaste o de la destrucción de la capa de rodadura. Cuando aparecen, su tamaño es pequeño. Por falta de mantenimiento ellos aumentan y se reproducen en cadena, muchas veces con una distancia igual al perímetro de una rueda de camión.
Imagen o aspecto Superficial	
Evaluación	Proporción del área afectada respecto al área total. Imagen: Carretera central (Km 08+500)
Frontera y nivel de gravedad	L Diámetro < 0.2 m
	M Diámetro entre 0.2 m y 0.5 m
	H Diámetro > 0.5 m
Causas comunes	Esta falla proviene de la evolución de otros deterioros y carencia de conservación vial: - Desprendimiento - Fisuración de fatiga.
Tipo de intervención	Según la gravedad de los baches o huecos y su extensión, se consideran las siguientes medidas correctivas, en ausencia de otros deterioros o fallas: - Ninguna medida. w- Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente. - Rehabilitación o reconstrucción.

TABLA 4.5 Deterioro: Baches (Huecos)

Fuente: (NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS)

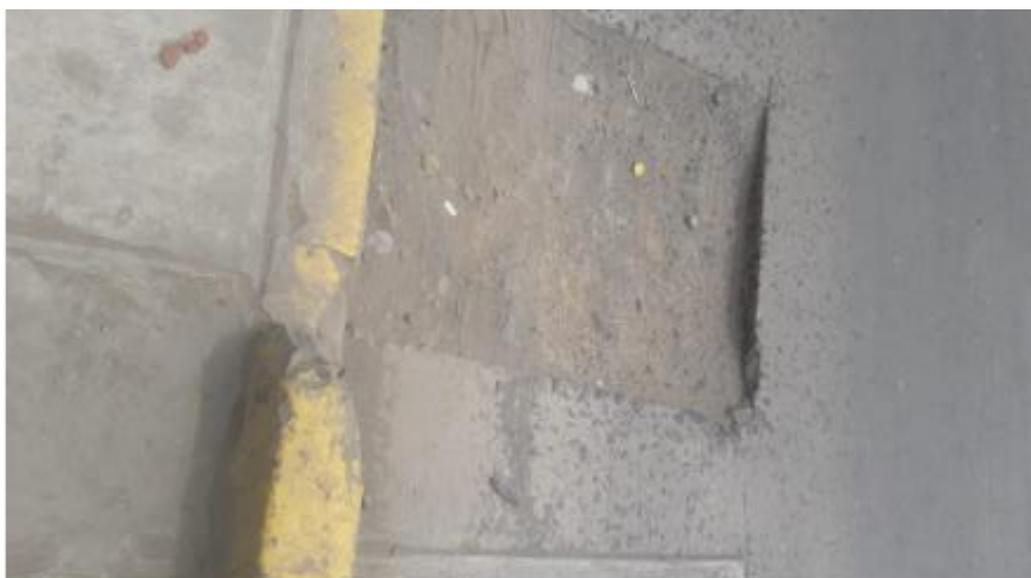
ALGUNAS DE LAS FALLAS ENCONTRADAS EN LAS SECCIONES

Imagen 7



FUENTE PROPIA

Imagen 8



FUENTE PROPIA

Imagen 9



FUENTE PROPIA

Imagen 10



FUENTE PROPIA

Imagen 11



FUENTE PROPIA

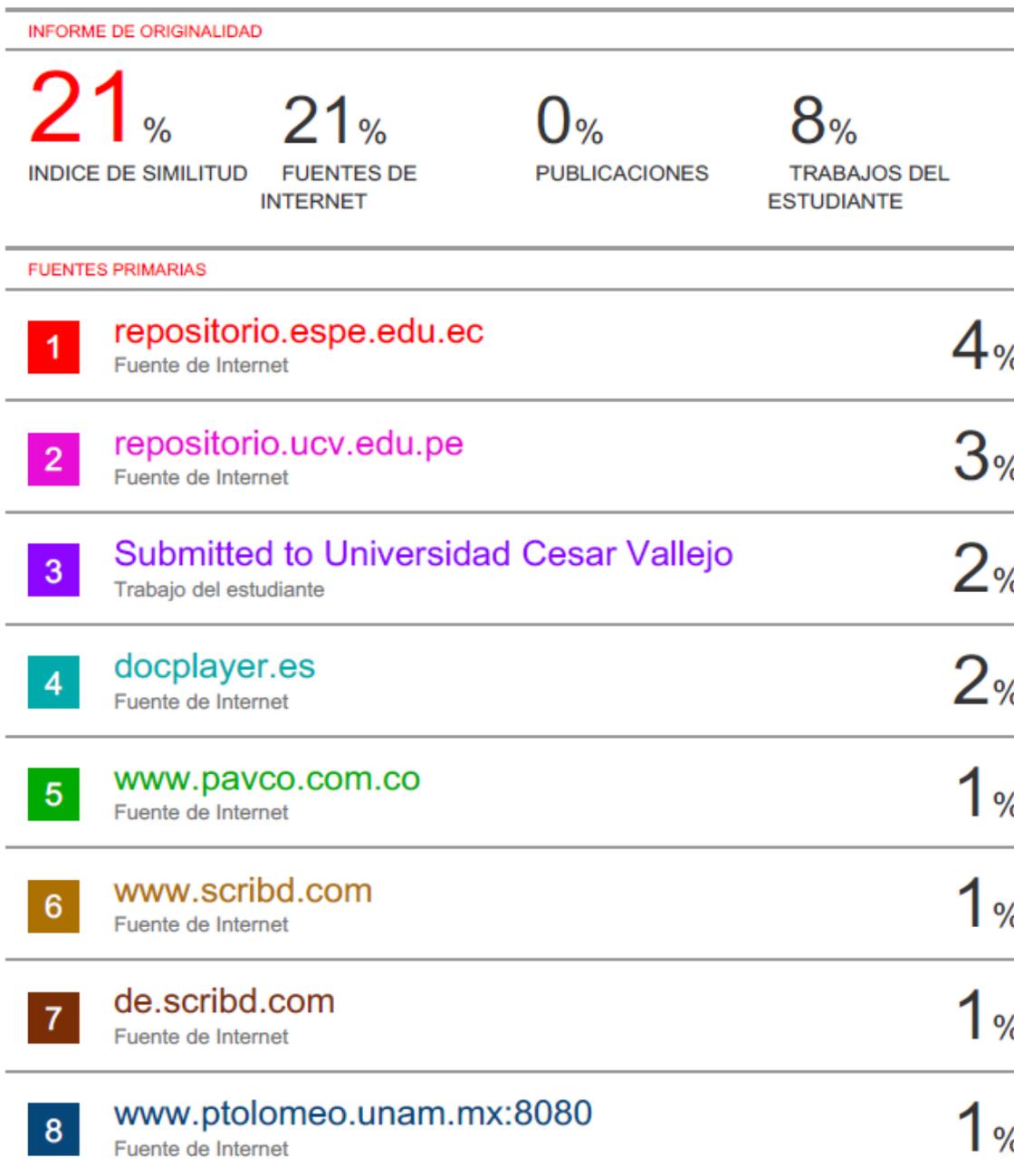
Imagen 12



FUENTE PROPIA

FIGURA 13

Estudio de geomalla de fibra de vidrio como refuerzo en pavimento flexible, progresiva kilómetro 15.5 - 16.5 de la carretera central



FUENTE: TURNITIN

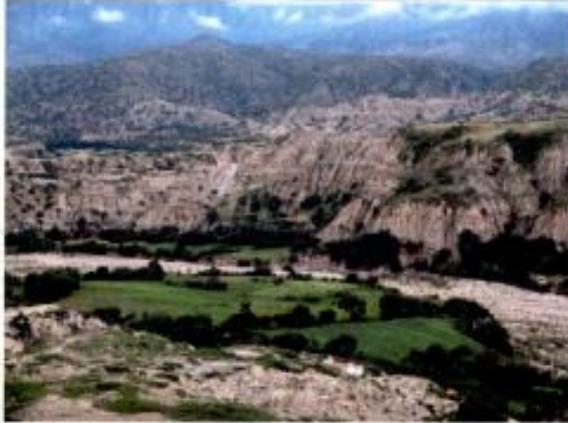


PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



“MANUAL DE CARRETERAS” SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS

R.D. N° 10-2014-MTC/14

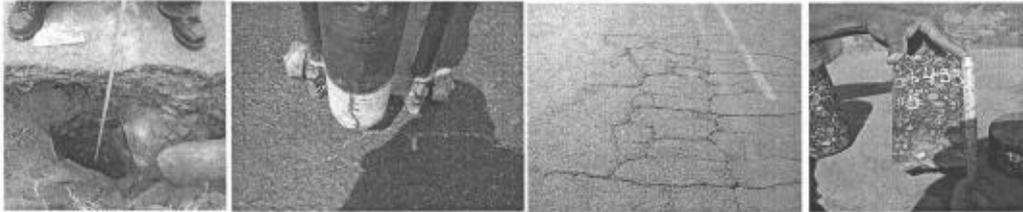


VERSION ABRIL DE 2014



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"



**EVALUACION DE LA CARRETERA CENTRAL
TRAMO: AV. LAS TORRES (KM 10+000)-
PUENTE LOS ÁNGELES (KM 27+500)
CON FINES DE ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO
PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PERIODICO**





Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ZAVALA VILLARROEL ALEXIS GILMAR, BARTOLO GUERRA JHENYFER NATALI, ALVAREZ RAYMUNDO JOSE YERSON, MONTAÑEZ ADAMA BRAYAN MARCELINO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: " ESTUDIO DE GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO COMO REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE, PROGRESIVA KILÓMETRO 15.5 - 16.5 DE LA CARRETERA CENTRAL ", 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.

Nombres y Apellidos	Firma
ALVAREZ RAYMUNDO JOSE YERSON DNI: 48120899 ORCID 0000-0003-0028-1618	Firmado digitalmente por: ALVAREZ78 el 22-02-2021 20:46:59
MONTAÑEZ ADAMA BRAYAN MARCELINO DNI: 46811120 ORCID 0000-0002-3373-8226	Firmado digitalmente por: BMONTANEZ el 22-02-2021 20:46:21
ZAVALA VILLARROEL ALEXIS GILMAR	Firmado digitalmente por:

DNI: 62024096 ORCID 0000-0003-1860-5457	AZAVALAVI el 22-02-2021 20:10:19
BARTOLO GUERRA JHENYFER NATALI DNI: 72612578 ORCID 0000-0003-1841-9507	Firmado digitalmente por: JBARTOLOG el 22-02-2021 20:35:37

Código documento Trilce: INV - 0025144