



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Rehabilitación del pavimento flexible utilizando como refuerzo la  
geomalla de fibra de vidrio en la av. Coronel Inclán distrito de  
San Juan de Miraflores – 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL

**AUTORA:**

Donaires Medina, Rosa Andrea (ORCID: 0000-0002-5687-3068)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

2020

## **Dedicatoria**

El presente trabajo dedico con mucho cariño a cada uno de los integrantes de mi familia, principalmente a mi madre Magna Medina Puchuri y mi padre Angelino Donaires Ramos, quienes me educaron con amor y valores, siendo sus actitudes y acciones sus mejores ejemplos ya que me dan fortaleza para seguir adelante. Aprendí que cada objetivo trazado se cumple con dedicación y esfuerzo. Así mismo, a cada uno de mis hermanos. A mi hermana Marlene Donaires que me dio la iniciativa de seguir estudiando y escoger la rama de ingeniería civil y ser mi ejemplo a seguir como profesional y persona. Edgar, Fanny y Lourdes quienes me acompañaron moralmente y me dieron consejos cada día de mi vida. Ronald, que con sus actitudes me enseñó la realidad y problemática social del País. También a cada uno de mis sobrinos en especial a Liam Donaires quien me inspira con una sonrisa al esperarme cada noche al llegar de la universidad. Finalmente, a la persona quien me acompañó a realizar este trabajo gracias por su dedicación y amor. A Ares por alegrarme cada día.

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios y a cada una de las personas que me apoyaron a realizar el presente proyecto de investigación.

A la Universidad Cesar Vallejo, a mi asesor metodológico el Mg. Ing. José Luis Benites Zúñiga gracias a su enseñanza y su experiencia pude realizar este desarrollo de investigación, mis amigos de la universidad quienes me acompañaron en esta bonita etapa universitaria de mi vida.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	33
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	33
3.2- Variables, Operacionalización .....	34
3.3. Población, muestra y muestreo .....	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.5. Procedimiento .....	35
3.6. Método de Análisis de datos.....	35
3.7. Aspectos Éticos .....	35
IV. RESULTADOS .....	40
V. DISCUSIÓN .....	42
VI. CONCLUSIONES .....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS .....	45
ANEXOS.....	49

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Código, descripción y unidades de medida de los tipos de fallas.....	16
<b>Tabla 2</b> Factores Básicos para refuerzos .....	22
<b>Tabla 3</b> Características de Geomalla de vidrio .....	24
<b>Tabla 4</b> Muestras .....	41
<b>Tabla 5</b> Resultados del ensayo en la muestra A – 1.....	42
<b>Tabla 6</b> Resultados del ensayo en la muestra A - 2.....	42
<b>Tabla 7</b> Resultados del ensayo en la muestra C - 1 .....	43
<b>Tabla 8</b> Tipo de muestras.....	49
<b>Tabla 9</b> Relación entre el periodo optimo y la información.....	50
<b>Tabla 10</b> Resultados del ensayo en la muestra C - 1 .....	50
<b>Tabla 11</b> Resultados de daño por fatiga para mezcla asfáltica convencional .....	51
<b>Tabla 12</b> Presupuesto .....	53
<b>Tabla 13</b> Presupuesto .....	53

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1.</b> Zona de estudio .....	2
<b>Figura 2.</b> zona de salud .....	2
<b>Figura 3.</b> Zona de estudio .....	3
<b>Figura 4.</b> Evaluación del pavimento .....	3
<b>Figura 5.</b> Partes del pavimento flexible .....	13
<b>Figura 6.</b> Fases del deterioro del pavimento flexible .....	15
<b>Figura 7.</b> Falla tipo piel de cocodrilo.....	17
<b>Figura 8.</b> Falla tipo exudación .....	18
<b>Figura 9.</b> Falla de agrietamiento en bloque .....	18
<b>Figura 10.</b> Falla de abultamiento y hundimiento.....	19
<b>Figura 11.</b> Falla de corrugación .....	19
<b>Figura 12</b> Falla de Depresión.....	20
<b>Figura 13</b> Falla Grieta de borde .....	20
<b>Figura 14</b> Falla Grieta de reflexión de junta .....	21
<b>Figura 15</b> Geomalla de fibra de vidrio .....	23
<b>Figura 16</b> Rangos de calificación del PCI.....	27
<b>Figura 17</b> Tipo de mantenimiento con Evalpavcar .....	28
<b>Figura 18</b> Software Evalpav .....	28
<b>Figura 19</b> Evaluación superficial del pavimento asfáltico .....	33
<b>Figura 20</b> Mapa de la Región Lima y Región política del Perú .....	35
<b>Figura 21</b> Mapa de los Distritos de Lima .....	36
<b>Figura 22</b> Ubicación del distrito de san juan de Miraflores .....	37
<b>Figura 23</b> Distrito de San Juan de Miraflores .....	38
<b>Figura 24</b> Ubicación de la zona de manera satelital.....	39

## Resumen

En el presente Informe de investigación tuvo como objetivo general evaluar la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio para la rehabilitación del pavimento flexible y dar a conocer los beneficios de la geomalla de fibra de vidrio como un método de rehabilitación superficial entre capas de asfalto cuya finalidad es poder controlar los agrietamientos , deformaciones de la capa asfáltica y obtener un mejor desempeño en la resistencia a la compresión y flexión , y que la utilización de la geomalla de fibra de vidrio es económicamente viable a través del tiempo .

Esta investigación es aplicada, no experimental, de corte transversal y diseño correlacional- causal, donde se realizó recolección de datos de otras investigaciones teniendo los mismos parámetros de estudios para analizarlas e interpretarlas de manera asertiva, donde extraemos los ensayos de compresión y flexión para poder ampliar nuestros conocimientos sobre el tema a investigar y realizar los ensayos de investigación. Los resultados obtenidos fueron, capacidad de soporte a las deformaciones donde inicialmente un asfalto convencional soporta 325 ciclos para tener una deformación de 0.43 mm y un asfalto reforzado con geomalla de fibra de vidrio soporto 968 ciclo para llegar a la misma falla concluye que la resistencia a la flexión en el pavimento flexible reforzado con geomalla de fibra de vidrio, tiene un óptimo desempeño retardando 643 veces el número de ciclo hasta llegar a la falla del pavimento, de esta manera alargando su vida útil.

**Palabras clave: Geomalla de fibra de vidrio, compresión, flexión, rehabilitación**

## **Abstract**

In this research work, the general objective was to evaluate the incorporation of fiberglass geogrid for the rehabilitation of flexible pavement and to present the benefits of fiberglass geogrid as a method of surface rehabilitation between layers of asphalt whose The aim is to be able to control cracks, deformations of the asphalt layer and obtain a better performance in resistance to compression and flexion, and that the use of fiberglass geogrid is economically viable over time.

This research is applied, non-experimental, cross-sectional and correlational-descriptive design, where data was collected from other research taking the same parameters of studies to analyze and interpret them assertively, where we extract compression and flexion tests to be able to expand our knowledge on the subject to be investigated and conduct research trials. The results obtained were, deformation support capacity where initially a conventional asphalt supports 325 cycles to have a deformation of 0.43 mm and an asphalt reinforced with fiberglass geogrid withstood 968 cycle to reach the same fault

It concludes that the flexural resistance in the flexible pavement reinforced with fiberglass geogrid has an optimal performance, delaying 643 times the cycle number until reaching the pavement failure, thus extending its useful life.

**Keywords: Fiberglass Geogrid, compression, bending, rehabilitation**

## **I. INTRODUCCIÓN:**

En la actualidad muchos Países de Latinoamérica han mejorado su el proceso constructivo e implementado nuevas técnicas para la construcción y rehabilitación de los pavimentos flexibles por ejemplo Ecuador , Chile y Colombia en este último país mencionado con la colaboración de la empresa Pavco incorporaron la geomalla de fibra de vidrio para rehabilitar el pavimento del aeropuerto internacional de Colombia, colocaron estas geomallas como refuerzos ,la cual le permitió amortiguar esfuerzos retardando agrietamiento y sirva como una barrera impermeable entre la capa superior y el granular del sistema, así teniendo en cuenta que este proceso es más sencillo , económico y sostenible .

En nuestro país en este momento se observa que las pavimentaciones en nuestras ciudades por lo general es pavimento flexible este material es muy utilizado en nuestro país debido a su bajo costo inicial a diferencia del pavimento rígido, las municipalidades de nuestro país optan este tipo de pavimentación por el bajo presupuesto brindado por parte del estado , la cual pasando el tiempo no le hacen el mantenimiento que corresponde , este dicho mantenimiento es muy necesario para cumplir con su tiempo de vida útil y los niveles de servicio para el cual fueron diseñados .

Según Huamán y Chang (2016) nos indica:

“Que en el Perú se observa las deformaciones persistentes, en sus distintas formas, es una de las anomalías más importantes y persistentes en el comportamiento de los pavimentos asfálticos es por ello que debemos reconocer las principales razones que genera este tipo de fallas o anomalías” (p.24).

La mayoría de estos pavimentos se deterioran muy rápidamente a falta de estos mantenimientos y fallas estructurales donde se evidencia anomalías como fisuras, deformaciones y grietas la cual afecta directamente a su servicialidad esto se debe por la alta carga vehicular, incremento de población y cambios de temperatura, de esta manera se va evidenciando el grave problema de la infraestructura vial en el Perú.

Es por ello que mediante este proyecto de investigación daremos a conocer los beneficios de la geomalla de fibra de vidrio como un método de rehabilitación de pavimento flexible de manera superficial así mismo controlara los agrietamientos , fatigas y deformaciones sobre las carpetas de asfalto, lo que obtendremos una mejor para obtener un mejor desempeño y sin daños superficiales y estructurales de la infraestructura vial, cumpliendo su vida útil, se implementará el uso de la fibra vidrio, el cual incrementará mayor resistencia a la tracción, protegiendo y fortaleciendo la capa asfáltica, el cual retardará la aparición de fisuras y así como reducción de fatiga provocada la carga de tránsito vehicular.

Conociendo la variedad de fallas superficiales en el pavimento, nos permitirá un estudio apropiado del proyecto, motivo por el cual despierta el interés de aplicar nuevos métodos y tendencias tecnológicas que mejoren y sean beneficiosas para los pobladores de la localidad.



**Figura 1. Zona de estudio**



**Figura 2. zona de salud**



**Figura 3.** Zona de estudio



**Figura 4.** Evaluación del pavimento

### **Formulación del Problema**

Como se observa el pavimento Flexible de la av. Coronel Inclán esta por más de 10 años sin ningún tipo de mantenimiento y debido al crecimiento poblacional esta avenida es más transitada pasando vehículos de carga pesada hasta vehículos menores, viendo esta problemática daremos una alternativa de solución la utilización de la geomalla de fibra de vidrio para reforzar el pavimento flexible.

### **Problema general**

¿De qué manera la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio rehabilitara el pavimento flexible en la av. Coronel Inclán distrito de san juan de Miraflores – 2019?

### **Problemas específicos**

¿De qué manera la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio reforzara el pavimento flexible en la av. Coronel Inclán distrito de san juan de Miraflores – 2019?

¿De qué manera la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio aumentara la resistencia a la compresión al pavimento flexible en la av. Coronel Inclán distrito de san juan de Miraflores – 2019?

¿De qué manera la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio aumentara la resistencia a la flexión el pavimento flexible en la av. Coronel Inclán distrito de san juan de Miraflores – 2019?

¿De qué manera la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio será económicamente factible para la rehabilitación del pavimento flexible en la av. Coronel Inclán distrito de san juan de Miraflores – 2019?

**Como la justificación del estudio** en la rama de la ingeniería siempre es muy importante que la obra aceptada por el ingeniero a cargo se ejecute de una mejor manera obteniendo los mejores estándares así mismo beneficiando a la población con las obras realizadas, es por eso en este trabajo de investigación aportaremos a una posible solución a los problemas a los pavimentos flexibles que se encuentran en estado de rehabilitación , realizándola de una manera superficial entre capas de asfalto de esta manera este trabajo , nos permite determinar el tipo de fallas encontradas en el pavimento flexible así mismo analizar con ayuda del software Evalpavcar del Ing. Gerber Zavala Ascaño ,nos permite determinar el tipo de conservación tendrá el pavimento si es conservación rutinaria, conservación periódica o reconstrucción – rehabilitación, en este último caso de rehabilitación es donde utilizaremos la geomallas de fibra de vidrio como medio de rehabilitación superficial en los pavimentos flexibles, la cual benefician a la población de San juan de Miraflores y al desarrollo del país mediante este trabajo se podrá conocer el grado de importancia y ventajas de la utilización de la geomallas de fibra de vidrio en los pavimentos flexibles.

### **Objetivo General**

Evaluar la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio para la rehabilitación del pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores – 2019

### **Objetivos Específicos**

Evaluar la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio para reforzar el pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores – 2019

Evaluar la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio que aumentara la resistencia a la compresión al pavimentó flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores – 2019

Evaluar la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio que aumentara la resistencia a la flexión al pavimentó flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores – 2019

Evaluar la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio que sea la opción más económica para la rehabilitación del pavimentó flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores – 2019

### **Hipótesis General**

La incorporación de la geomalla de fibra de vidrio influye de manera positiva en la rehabilitación del pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores - 2019.

### **Hipótesis Específicas**

La incorporación de la geomalla de fibra de vidrio influye de manera positiva al reforzamiento del pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores - 2019.

La incorporación de la geomalla de fibra de vidrio influye de manera positiva al aumento de resistencia a la compresión al pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores - 2019.

La incorporación de la geomalla de fibra de vidrio influye de manera positiva al aumento de resistencia a la flexión al pavimento flexible de la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores - 2019.

La incorporación de la geomalla de fibra de vidrio influye de manera positiva en la economía para la rehabilitación del pavimento flexible de la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores - 2019.

## II. MARCO TEÓRICO

**Sicha** (2018), en su tesis para optar el título de ingeniero civil, titulada ***“Diseño con geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles”*** de la Universidad Pontificia universidad católica del Perú, cuyo **objetivo** general de investigación fue brindar una idea globalizada sobre los diseños con geotextiles como filtración, separación y geomallas de refuerzo, la cual aplico distintos métodos de diseño como impacto económico y técnico, su **metodología** fue aplicada, descriptiva Correlacional, e investigación experimental **Concluyo** que el uso de geomalla aumento en más de 20% la servicialidad del pavimento respecto al diseño inicial solo eliminando la sub base, de esta manera el uso de geomalla redujo significativamente la cantidad de material a emplear ya que para todos los tramos analizados se eliminó la sub base granular que representaba entre 15 a 20 cm de espesor del pavimento, el uso de esta geomalla logro que superar la servicialidad del diseño convencional, por parte económica sustento la optimación del pavimento realizada para todos los tramos ya que se estimó ahorro de más del 10% en todos los casos.

**Villegas** (2019), en su tesis para optar el título de ingeniero civil, titulada ***“Diseño del pavimento asfáltico utilizando geomallas de fibra de vidrio en urbanización el Ingeniero I, Chiclayo”*** de la Universidad Cesar Vallejo – Chiclayo – Perú, tuvo como **objetivo** general de investigación la realización de diseño del pavimento asfáltico utilizando geomallas de fibra de vidrio en urbanización el ingeniero I Chiclayo, la **metodología** empleada fue aplicada, no experimental, descriptivo Correlacional, su **población** de estudio fue 351 lotes con una **muestra** de 111 lotes donde realizo la observación directa para resolver sus problemática los **resultados** obtenidos fueron con una geomalla biaxial tipo b, obteniendo valores son de acuerdo a los factores de eficiencia para una via y reducción de espesores, **concluyo** para que realice los estudios de suelos necesarios mando a realizar faenas mediante 4 calicatas, con suelos de gran similitud, encontrándose capa superficiales de relleno (afirmado y arena) y consecuentemente un suelo predominante de sp – sm (arena limosa de baja plasticidad), alcanzando un CBR promedio de diseño 9.18 %, el cual es un valor muy bajo por el alto porcentaje de

finos que se presenta en las muestras.

**Miranda** (2019), en su tesis para optar el grado de maestro en transportes y conservación vial, titulada ***“Diseño de una base granular reforzada con geomalla biaxial , para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo Tayabamba – ongón , provincia de pataz – La libertad”*** de la Universidad Privada Antenor Orrego – Trujillo, tuvo como **objetivo** general de investigación realizar el diseño de una base granular reforzada con geomalla biaxial , para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo tayabamba- ongón , provincia de patas – la libertad , la **metodología** empleada fue descriptiva y experimental , la **población** de estudio fue 23,596 kilómetros de carretera pavimentada con una **muestra** de 15 kilómetros , como **resultados** principales se obtuvo la medición la resistencia a la tracción de los materiales con geomalla llevando a cabo pruebas a velocidad de deformación constante, con las 2 normas ASTM que se encuentran , los ensayos a tracción ,se **concluyó** que la geomalla genera una frontera que no permite la mezcla de las capas adyacentes de material en un pavimento , aumentando su vida útil , además lograr disipar de mejor forma los esfuerzos provocados por las cargas superficiales, comportándose como una capa aisladora de esfuerzos en el pavimento asfáltico.

**Jordán y Suarez** (2017), en su tesis para optar el título de ingeniero civil , titulada ***“Diseño de pavimentos flexibles con el uso de geosintéticos como refuerzo aplicando en las vías de acceso a la ciudadela la milina del canton salinas”*** de la Universidad estatal - Península de Santa Elena (Ecuador) tuvo como **objetivo** general de investigación analizar el uso de geosintéticos como refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles para mejorar el comportamiento estructural en las vías de acceso a la ciudadela La Milina del canton Salinas, la **metodología** es investigación experimental ,aplicada, cuantitativa , su **población** es la vía de acceso a la ciudadela Milina, se **concluyo** que para un diseño de pavimento flexible con refuerzo de geomalla tipo A P-BXX11 ocasiono una mejora significativa de la capacidad portante del suelo blando y de la resistencia de las diferentes capas del pavimento flexible , donde comparo en aspecto económico un diseño con pavimento convencional sin refuerzo y otra con refuerzo de geomalla donde redujo

24 % del presupuesto inicial así mismo fue su alternativa más económicamente viable.

**Arévalo** (2016), en su tesis para optar el título de ingeniero civil , titulada ***“Utilización de la geomalla biaxial en diseño de pavimento flexible de la carretera Pedro Carbo – La estacada”*** de la Universidad de Guayaquil – Ecuador tuvo como **objetivo** general de investigación analizar la utilización de la geomalla biaxial en diseño de pavimento flexible de carretera pedro carbo – la estacada , la **metodología** de investigación empleada fue experimental , aplicada, cuantitativa, su **muestra** fue de 1.700 metros con una ancho de 6 metros de la estructura , se **concluyó** que para mejorar los diseños viales de zonas rurales , deberá contener en su estructura de pavimento - sub rasantes un CBR en el rango del 1% al 3 % además al incluir la geomalla biaxial ,aumenta significativamente la resistencia a la flexión y con ello se logra disminuir los espesores de capas granulares, es decir que al incluir el geotextil en el proceso de construcción con una geomalla biaxial en la estructura de un pavimento flexible, es muy beneficioso ,porque evita la contaminación de las capas granulares asi mismo la migración de materiales finos, proponiendo una mejora de resistencia y directamente la funcionalidad en la vida útil del pavimento asfáltico.

**Núñez** (2016), in his thesis to choose the title of civil engineer, entitled ***"Optimization of pavement thickness with application of geo-synthetics" from the National University of the Altiplano***, had the general objective of evaluating the thickness of the base and sub road base applying geo-synthetics in order to know the physical-mechanical properties and in this way optimize the cost, the construction time, likewise analyzing the positive and negative consequences that it can generate over the years, the methodology was applied, descriptive Correlational, experimental research I **conclude** that by making a reduction in the thickness of the pavement layers on a subgrade terrain of CBR of 10%, the geo-synthetics makes it opt for the use of the biaxial geogrid MacGrid EGB40, its ideal physical-mechanical properties to improve the CBR tests, at a height of 2.5 cm an average CBR 71.47% and height 10cm an average CBR 114.8 7%, Obtaining a sub-base layer of better quality and optimal structural function, likewise they

obtained a reduction of the initial cost to 22.15% and with respect to the application time. They obtained a 5.5% time optimization. La presente tesis consiste en el análisis del uso de geosintético (geomalla biaxial), como refuerzo de sub-base granular dentro de una estructura de pavimento flexible, para optimización espesores del pavimento asfáltico, prolongando la vida útil, tuvo como **objetivo** general fue evaluar los espesores de la sub base y base para la aplicación del geosintético, conociendo las propiedades físico-mecánicas, para que optimicen el costo, tiempo de la construcción, la cual analizará un costo beneficio a lo largo del tiempo. Se **concluyó** que al hacer una reducción en el grosor de las capas del pavimento en un terreno subterráneo de CBR del 10%, la geo-síntesis hace que opte por el uso de la geomalla biaxial MacGrid EGB40, sus propiedades físico-mecánicas ideales para mejorar las pruebas de CBR, a una altura de 2.5 cm un promedio de CBR 71.47% y una altura de 10 cm un promedio de CBR 114.87%, Obteniendo una capa de subbase de mejor calidad y función estructural óptima, también obtuvieron una reducción del costo inicial a 22.15% y con Respeto al tiempo de aplicación. Obtuvieron una optimización del tiempo del 5,5%.

**Bustamante** (2016), in his thesis to choose the master's degree in road and transport engineering, entitled "*Evaluation of the resistance level of a subgrade, with the combined use of a geogrid and a geotextile*" from the University of Cuenca Ecuador's general **objective** was to determine the level of resistance on a subgrade, simultaneously using a geotextile and a geogrid as a reinforcement structure and to establish a comparison with the resistance that they can provide. The **methodology** was applied, descriptive correlational, experimental research. I **conclude** that the use of synthetic geo at the base layer - subgrade interface, gives an elastic behavior to the pavement structure, allowing a high degree of permanent deformations such as the case of the stage without reinforcement, the reinforcement of confinement of the geotextile produced a greater effect in the structural resistance of conventional pavement. La presente tesis consiste en determinar el nivel de resistencia que puede proporcionar la colocación simultáneamente un geotextil y una geomalla en la interface capa granular sub rasante como estructura de reforzamiento. Además, se estableció una comparación con la resistencia que puede suministrar únicamente la aplicación de un geotextil, una geomalla y sin

ninguna clase de reforzamiento .Tuvo como **objetivo** general de investigación Determinar el nivel de resistencia sobre una subrasante, utilizando simultáneamente un geotextil y una geomalla como estructura de reforzamiento y establecer una comparación con la resistencia que pueden proporcionar los siguientes escenarios. Se **concluyó** que el uso de materiales geosintético en la interfase capa base-sub rasante, le da un comportamiento elástico a la estructura del pavimento, permitiendo un alto grado de deformación, pero recuperando su forma original. Es decir, no se producen deformaciones permanentes como es el caso del escenario sin reforzamiento (régimen plástico). Esto se traduce en el módulo resiliente de la sub rasante, considerando que el esfuerzo desviador, función de éste, se reduce en un gran margen por el uso de los geosintéticos.

**Barzola** (2017), in his thesis entitled “*Design and construction of Flexible Pavements applying polypropylene geogrids as a structural reinforcement system*”, of the National Autonomous University of Mexico, whose general **objective** was to demonstrate analytical response models that alarm biaxial geogrids Polypropylene improves tensile strength properties in the lower fiber of the bituminous blend layer, increases the fatigue life of the granular layers. The **methodology** used was descriptive and experimental to obtain results of the transformation of the biaxial meshes to the bituminous mixture, as a **result** the design thicknesses of the flexible pavement layers were optimized, generating an economic and technical reduction of the road infrastructure work , The geogrid has been used in order to reinforce and improve the behavior of the pavement. Recent research has been carried out to determine the properties of geogrids using them as a structural reinforcement element in roads and slopes. This paper summarizes the characteristics of this material, its advantages when installed in a pavement, the types of geogrid, the tests to be performed and the pavement design methods used to define pavements reinforced with geogrid.

La presente tesis consiste en las geomallas de polipropileno y de fibra de vidrio, como sistema de reforzamiento estructural, incrementando la flexibilidad de la capa, reduciendo espesores de diseño, prolongando el índice de propagación de fisuras de reflexión,y minimizar esfuerzos de tensión a tracción, deformaciones unitarias y deflexiones superficiales, en la superficie de rodamiento como fallas funcionales y

estructurales como grietas de fatiga, grietas de reflexión y deformaciones plásticas. Tuvo como **objetivo** general de investigación es demostrar que la incorporación de la geomalla biaxiales de polipropileno mejora las propiedades del asfalto en una resistencia a la tracción, incrementa la vida útil y carga a fatiga de las capas granuales y optimiza los espesores de diseño . Se **concluye** que esta geomalla de polipropileno mejoro la resistencia a tracción asi mismo la geomalla de fibra de vidrio retardo la aparición de fisuras en al pavimento asfaltico en un 20%.

**Echenique ,Baldarrago, et al (2016)**, en su artículo científico titulado “**Campos de aplicación de la geomalla de fibra de vidrio**”, de la empresa Pavco Wavin Geosintéticos , cuyo **objetivo** general fue utilizar la fibra de vidrio tenga una resistencia en ambas direcciones con el fin de controlar agrietamientos por flexión , agrietamientos por fatiga y deformaciones en las capas asfálticas .La **metodología** fue cuasi experimental y descriptiva obteniendo **resultados** de experimento 70.000 mpa módulo elástico con una excelente resistencia a la temperatura y mínima retracción, así mismo en los ensayos observaron que uso de las geomallas de fibra de vidrio incremento hasta 12 veces el número de ciclos de carga para desarrollar la fisura lo cual se traduce en vida útil del pavimento, aumento la resistencia a la tracción de la capa asfáltica ,garantizando , bajo una carga vertical la distribución uniforme de esfuerzos horizontales en una mayor superficie, reducio al mínimo agrietamiento reflexivo por esfuerzos de tensión y cambios de temperatura en las carpetas asfálticas .

Vargas, Moncayo, et al (2017), en su artículo científico titulado “**La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles**”, de la Universidad Autónoma de Yucatán México, cuyo **objetivo** fue medir la resistencia a la tracción de los materiales con geomallas se llevan a cabo pruebas a una velocidad de deformación. La **metodología** fue experimental y descriptiva, **concluyeron** que la geomalla genera una frontera que no permite la mezcla de las capas adyacentes de material en un pavimento , aumentando de su vida útil , además logra disipar de mejor forma los esfuerzos provocados por las cargas superficiales , repartiendo el mismo en un área mayor y también la geomalla provee de una capacidad de resistencia que se suma de a la capacidad del suelo .De esa manera la cargas

superficiales de tráfico se convierten en esfuerzos en las capas interiores del pavimento y que estos deben de ser asimilados por la estructura , de esta manera recomiendan que el uso de la geomalla de fibra de vidrio por ser un material de última generación y de fácil aplicación ,proporcionando ahorro significativos en manos de obra , así mismo se recomienda debido a sus altos módulos de elasticidad logrando varios beneficios en la parte estructural del pavimento.

**Huamán y Chang** (2016), en su artículo científico titulado “**La deformación permanente en las mezclas asfálticas y consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú**”, de la Universidad Ricardo Palma de Perú con universidad de Texas de los estados unidos , cuyo **objetivo** fue determinar los tipos de fallas principales en las mezclas asfálticas , que son la deformación permanente y el fisuramientos por fatiga que es generada por deformación plástica de asfalto e identificar los principales tipos de fallas que es sometido los pavimentos asfálticos. La **metodología** fue no experimental y descriptiva , sus instrumentos de evaluación fueron fichas de recolección de datos por observación , **concluyo** en que el ahuellamiento en la mezcla asfáltica se produce por la acumulación de pequeñas deformaciones permanentes , la cuales autores recomiendan incrementar la resistencia contra el deslizamiento de las mezclas no solo utilizando cemento asfáltico viscoso , si no que el pavimento se comporte más como un sólido elástico a altas temperaturas del pavimento así reflejara cuándo se aplique la carga , el cemento asfáltico actuara como una banda de goma y volverá a su posición original en lugar de deformarse

**Pavimento Flexible** son aquellos que están constituidos por materiales asfálticos y materiales granulares se obtiene mediante construcción de capas que se distribuyen la carga sobre el terreno de fundación.

Se le denomina pavimento flexible a la estructura que se flexiona, soportando las cargas transmitidas sobre él, estos pavimentos se realizan fundamentalmente en zonas con alto tráfico como vías o carreteras.

Según León y Herrera Nos dice “que es un pavimento la cual está conformado por carpeta bituminosa generalmente apoyada entre dos capas no rígidas, la base y sub base, la cual pueden ser cualquiera de estas capas dependiendo su necesidad de la obra.”<sup>1</sup>



**Figura 5.** Partes del pavimento flexible

El pavimento flexible tiene diferentes capas y cada una cumplen una Función específica en la estructura de esta.

**Carpeta asfáltica** está conformada por material pétreo adicionado un producto asfáltico, la cual tiene el objetivo de servir como aglutinante, esta capa se somete a esfuerzos máximos y condiciones altas de clima y tráfico. Su principal función es proveer una superficie resistente al deslizamiento y mantener su capacidad de soporte, así mismo reducir las tensiones verticales a las que se encuentra sometida.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> (LEON, y otros, 2009 pag.21)

<sup>2</sup> (MORLES, y otros ,2009 pag. 21)

**Capa Base** es el elemento fundamental del pavimento en vista estructural este se construye sobre la sub base, es elaborado de materiales de calidad superior de la sub base, generalmente se compone de áridos, ya que es la parte más importante de todo el pavimento su función es dar soporte estructural, resistir las presiones transmitidas por la carga vehicular y transmitir las a la sub base o al terreno natural.<sup>3</sup>

**Capa Sub-Base** es una capa compactada de material de características estructurales adecuadas a un costo bajo, obtenidos mediante un proceso de trituración es colocado encima de la subrasante, su principal función es brindar aporte estructural al pavimento la cual permite reducir el espesor de la capa base así mismo reduce la migración de finos de las capas inferiores hacia la capa base.<sup>4</sup>

**Capa Subrasante** es el terreno natural o de fundación, la cual soporta todo el sistema del pavimento flexible, esta capa en si no conforma una parte de la estructura del pavimento.

Su principal función es recepcionar y soportar las cargas provocadas por el tránsito, las cuales son transmitidas por el pavimento, de esa manera trasmite y distribuye las cargas recibidas a toda la estructura del terraplén.<sup>5</sup>

**El ciclo de vida** de un pavimento flexible tiene un lapso de vida entre los 10 y 15 años según el diseño del pavimento, una de sus desventajas es de requerir mantenimiento constante para poder llegar a su tiempo de vida útil.<sup>6</sup>

Estos pavimentos sufren constantes deterioros debido a factores como condiciones ambientales, tránsito, etc., que conlleva a un pavimento intransitable, este pavimento tiene un ciclo de vida que podrían clasificarse en 4 fases o etapas, donde en la fase inicial el deterioro es inapreciable y en la fase final el deterioro es total. Por otra parte, estos pavimentos tienen una proyección de vida un determinado número de años, esta proyección es denominado el ciclo de vida útil.<sup>7</sup>

---

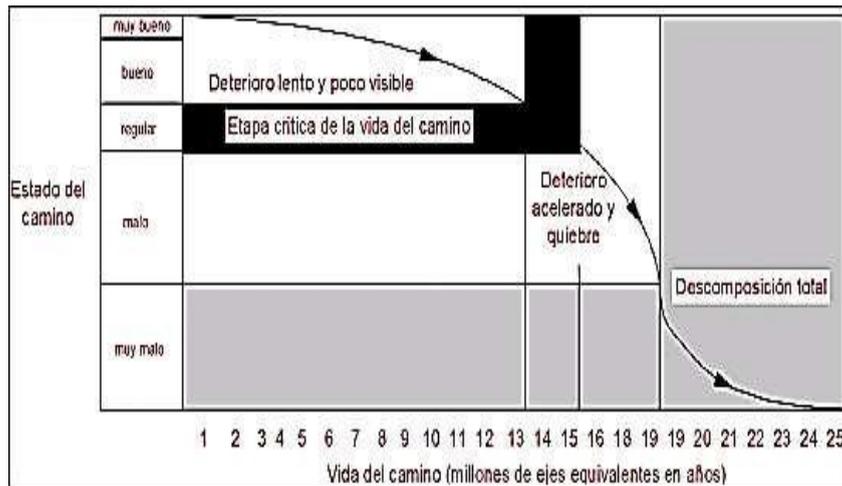
<sup>3</sup> (MORLES, y otros ,2009 pag. 20)

<sup>4</sup> (MORLES, y otros ,2009 pag. 20)

<sup>5</sup> (SANCHEZ, 2006 pag. 83)

<sup>6</sup> (YARANGO, 2014 pag. 48)

<sup>7</sup> (GAMBOA, 2009 pag. 12)



**Figura 6.** Fases del deterioro del pavimento flexible

**Clasificación de los deterioros o fallas del pavimento flexibles:** Se denomina fallas al resultado de influencias complejas en el medio ambiente, diseño, materiales, etc., la mezcla de estos factores son la causa del deterioro progresivo del pavimento flexible que parcialmente disminuye su servicialidad y funcionalidad, así mismo esta situación se va agravando al transcurrir el tiempo si no se le da un mantenimiento adecuado.<sup>8</sup>

Las Fallas o anomalías en el pavimento flexible se determinan como el estudio sistemático y características de los deterioros o enfermedades que puede sufrir el pavimento asfáltico.<sup>9</sup>

Las principales causas son originadas por agentes externos del pavimento, como aspectos ambientales o climas, el tránsito excesivo o en otros casos por el mal, mala utilización de los materiales o algunos de los casos por un mal proceso de compactación de los suelos.

Según el manual de carretas de mantenimiento y conservación vial (2018) nos indica que los deterioros y fallas se clasifican en dos fases; **fallas superficiales** y **fallas estructurales** teniendo dos categorías de deterioro o fallas:

Primera Categoría: Aquí se encuentran las obras de rehabilitación de gran costo económico.<sup>10</sup>

Segunda Categoría: aquí se encuentra las obras con un tratamiento superficial o

<sup>8</sup> (RODRIGUEZ, 2009 pag. 11)

<sup>9</sup> (RIOS, 2017 pag. 19)

<sup>10</sup>(Manual de carreteras de mantenimiento y conservación vial, 2017 pag. 19)

un mantenimiento periódico.<sup>11</sup>

**Fallas superficiales:** Esta falla se puede detectar de una manera visual o en una evaluación superficial, donde se pierde la calidad de la carpeta asfáltica y no se percibe una adecuada fricción superficial.<sup>12</sup>

**Fallas estructurales:** Esta falla involucra a toda la parte estructural del pavimento son fallas de graves intensidades, se produce cuando se involucran no solo una capa sino a varias capas de pavimento, la cual ocasiona el colapso total del mismo. Este tipo de fallas se pueden detectar en algunos casos por inspección visual, aunque en otros es de gran necesidad realizar ensayos no destructivos y destructivos al pavimento.<sup>13</sup>

**Tipos de fallas en el pavimento flexible:** Según el procedimiento del método del PCI normada por ASTM D6433-03, están detalladas 19 tipos de fallas en los pavimentos flexibles.

**Tabla 1** Código, descripción y unidades de medida de los tipos de fallas

<b>Código</b>	<b>Descripción de fallas</b>	<b>Unidad</b>
1°	Piel de cocodrilo	<i>m<sup>2</sup></i>
2°	Exudación	<i>m<sup>2</sup></i>
3°	Agrietamiento en bloque	<i>m<sup>2</sup></i>
4°	Abultamientos y hundimientos	<i>m</i>
5°	Corrugación	<i>m<sup>2</sup></i>
6°	Depresión	<i>m<sup>2</sup></i>
7°	Grieta de borde	<i>m</i>
8°	Grieta de reflexión de junta	<i>m</i>
9°	Desnivel carril / berma	<i>m</i>

<sup>11</sup> Manual de carreteras de mantenimiento y conservación vial, 2017 pag. 85)

<sup>12</sup> (PEREA, 2014 pag. 14)

<sup>13</sup> (PEREA, 2014 pag. 14)

10°	Grietas longitudinales y transversales	<i>m</i>
11°	Parcheo	<i>m2</i>
12°	Pulimento de agregados	<i>m2</i>
13°	Huecos	<i>n°</i>
14°	Cruce de vía férrea*	<i>m2</i>
15°	Ahuellamiento	<i>m2</i>
16°	Desplazamiento	<i>m2</i>
17°	Grieta parabólica (Slippage)	<i>m2</i>
18°	Hinchamiento	<i>m2</i>
19°	Desprendimiento de agregados	<i>m2</i>

Fuente: Elaboración propia

**Piel de cocodrilo:** Son una serie de grietas relacionadas cuyo origen es la falla por fatiga en la capa asfáltica que es sometida a cargas repetitivas o excesivas de tránsito, está conformada por fisuras de forma irregular o grietas que se conectan formando polígonos parecidas a una malla de gallinero o la piel de un cocodrilo.<sup>14</sup> (Vasquez,2002, p.10)



**Figura 7.** Falla tipo piel de cocodrilo

**Exudación:** Se forma en el pavimento como una superficie brillante, cristalina y reflectora que puede llegar a ser pegajosa, esta falla es originada por el exceso de asfalto en la mezcla así mismo el exceso de aplicación de sellante asfáltico, esta

<sup>16</sup> (VASQUEZ, 2002 pag. 14)

anomalía suele aparecer cuando el asfalto llena los vacíos de mezcla en altas temperaturas entonces se expande en la capa de rodadura.<sup>15</sup>



**Figura 8.** Falla tipo exudación

**Agrietamiento en bloque:** Esta anomalía son grietas interconectadas que fraccionan el pavimento en partes de forma rectangulares, los tamaños de estos bloques pueden oscilar de 0.30 \* 0.30 m a 0.30 \* 0.30 m, estas grietas se originan principalmente por las altas temperaturas por las cuales es sometida y la contracción del asfalto. Los agrietamientos en bloque en algunas ocasiones aparecen en áreas sin tránsito es decir que estas grietas no están asociadas a cargas, pero indican que el concreto asfáltico se ha endurecido significativamente, unas características de esta falla son de pedazos pequeños en muchos lados con ángulos agudos.<sup>16</sup>



**Figura 9.** Falla de agrietamiento en bloque

---

<sup>15</sup> (VASQUEZ, 2002 pag. 12)

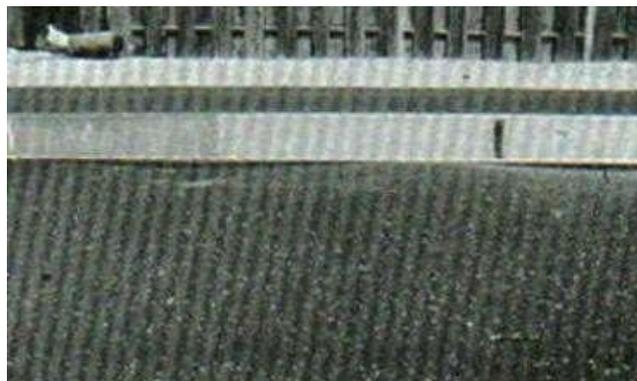
<sup>16</sup> (VASQUEZ, 2002 pag. 14)

**Abultamientos y Hundimientos:** Los abultamientos son minúsculos desplazamientos hacia arriba, ubicada en la superficie de la capa de rodadura algunas de sus causas son el levantamiento o combadura de losas del concreto con una sobre carpeta de concreto asfáltico, expansión por congelación, infiltración y elevación del material, por consiguiente, los hundimientos son desplazamientos hacia abajo pueden ser pequeños y abruptos este se refleja en la superficie del pavimento esta falla ocurre sobre grandes áreas del pavimento causando grandes o largas depresiones.<sup>17</sup>



**Figura 10.** *Falla de abultamiento y hundimiento*

**Corrugación:** Este tipo de falla se reconoce por sus series de cima y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos regulares, casi siempre son de 3.0 m, las cimas son a dirección perpendicular al tránsito. Es causada por el alto tránsito combinada con una base inestable. Si estos abultamientos ocurren con una serie menor de 3m de cada separación entre sí, este daño se denomina corrugación.<sup>18</sup>



**Figura 11.** *Falla de corrugación*

---

<sup>17</sup> (VASQUEZ, 2002 pag. 16)

<sup>18</sup> (VASQUEZ, 2002 pag. 18)

**Depresión:** Este tipo de falla se puede evidenciar de manera superficial del pavimento con niveles ligeramente más bajos que a su alrededor. En muchas ocasiones las depresiones son suaves y solo son visibles después de la lluvia, en el pavimento seco se puede observar manchas alrededor de esta falla causada por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta.<sup>19</sup>



**Figura 12** Falla de Depresión

**Grieta de borde:** Estas grietas generalmente aparecen paralelas al borde entre 0.30 y 0.60 de distancia del borde exterior del pavimento, este tipo de falla es causado por las cargas de tránsito, debilitamiento y excesivas variaciones en el clima. En ocasiones los pedazos pueden removerse.<sup>20</sup>



**Figura 13** Falla Grieta de borde

---

<sup>19</sup> (VASQUEZ, 2002 pag. 20)

<sup>20</sup> (VASQUEZ, 2002 pag. 22)

**Grieta de reflexión de junta:** Este tipo de falla solo sucede en pavimentos con superficie asfáltica construidos encima de una losa de concreto, esto es causado debido al movimiento de la losa de concreto inducido por la humedad o temperatura, de bajo del concreto asfáltico, este tipo de daño no tiene ninguna relación con las cargas de tránsito sometida el pavimento, pero si pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta.<sup>21</sup>



**Figura 14** Falla Grieta de reflexión de junta

**Tipos de evaluación del pavimento:** Existen 2 tipos de evaluación del pavimento, las evaluaciones funcionales y estructurales, las cuales determinan los deterioros presentes en el pavimento.

**Evaluación Funcional:** Este tipo de evaluación es de manera superficial es decir que el evaluador no realizara ensayos destructivos al pavimento, mediante una inspección visual o métodos superficiales propondrá posibles soluciones para corregir las fallas superficiales encontradas en el pavimento.

**Evaluación Estructural:** Este tipo de evaluación es una inspección interna del pavimento es decir que el evaluador si puede realizar ensayos destructivos a todo el pavimento hasta la subrasante, teniendo como objetivo determinar la capacidad estructural del pavimento evaluado.

**Factores Básicos para definir el refuerzo del pavimento flexible:** Según el manual de carreteras nos dice “Que el reforzamiento del pavimento debe acceder alargar su vida útil para soportar la acción del tráfico, en condiciones de

---

<sup>21</sup> (VASQUEZ, 2002 pag. 24)

servicialidad adecuada y con los costos de conservación de acuerdo a lo previsto para el tipo de carretera o pavimento”.<sup>22</sup>

**Tabla 2 Factores Básicos para refuerzos**

<b>Tabla de factores básicos para definir refuerzo en pavimento flexibles</b>	
1.	Estado superficial del pavimento
2.	Capacidad estructural del pavimento existente, determinada mediante mediciones de deflexiones.
3.	Necesidad de regularización superficial del pavimento existente, transversal y/o longitudinal.
4.	Estructura del pavimento existente
5.	Naturaleza y estado de la plataforma del camino (cortes y rellenos)
6.	Estado del sistema de drenaje de la carretera (superficial y subterráneo)
7.	Tráfico pesado acumulado previsible para el nuevo periodo de diseño.
8.	Ensanche o ampliación del pavimento existente, que obligue reforzar la estructura existente.
9.	Desvío de tráfico sobre un pavimento donde no estaba previsto la circulación de tráfico pesado o es mayor al previsto.
10.	Tipos de materiales a emplear en el refuerzo.

Fuente: elaboración propia

**Rehabilitación de pavimento flexible:** “Es la reparación, rehabilitación y restauración de superficies de pavimentos asfálticos deteriorados la cual busca prolongar su vida útil para la cual fue diseñada y mejorar la durabilidad de las estructuras del pavimento”.<sup>23</sup>

La rehabilitación es mantener a través del tiempo el pavimento en condiciones adecuadas de servicio con ayuda de técnicas de mantenimiento y métodos de rehabilitación muy eficientes, es por ello que adicionaremos la geomallas de fibra de vidrio para obtener mejores resultados en nuestra investigación así mejorar las propiedades del pavimento flexible.

<sup>22</sup> (Manual de carreteras, 2013 pag. 193)

<sup>23</sup> (TENCATE, 2017 pag. 1)

**Geomalla de fibra de vidrio:** Estas geomallas son muy dúctiles o flexibles que se utilizan entre las capas asfálticas con el fin de controlar las fisuras por flexión, deformaciones plásticas y de fatiga su principal actividad es incrementar la resistencia a la tracción de la capa asfáltica y de garantizar bajo una carga vertical una distribución uniforme de los esfuerzos horizontales es la superficie la cual sería una vía sin grietas con ayuda de esta geomallas .<sup>24</sup>



**Figura 15** Geomalla de fibra de vidrio

Esta geomalla es biaxial con resistencia en ambas direcciones horizontal y vertical, adquiere un revestimiento bituminoso asfáltico que garantiza la correcta adhesión de la geomalla al asfalto.<sup>25</sup>

Con la rehabilitación con geomalla de fibra de vidrio evitaremos hacer cortes transversales o longitudinales, porque al transcurrir el tiempo con estos cortes debilitan el pavimento de tal manera que aparecen fallas consecutivas debido a la carga vehicular constante la cual el pavimento asfáltico si no fue diseñado a recibir cargas con altas magnitudes es decir que el mantenimiento convencional con cortes a través del tiempo producirá más fallas y anomalías al pavimento , con la rehabilitación con geomalla de fibra de vidrio se aplicara directamente al problema sellando con una emulsión las fisuras y colocáremos esta geomalla y se adhiere automáticamente entre capas de asfalto de esta manera mejora el pavimento 4 a 6 veces su carga estos numero dados son según sus últimos estudios realizados de pavco wavin .<sup>26</sup>

<sup>24</sup> (PAVCO GEOSINTETICOS, 2016 pag. 5)

<sup>25</sup> (GEOSISTEMAS PAVCO, 2018 pag. 10)

<sup>26</sup> (PAVCO GEOSINTETICOS, 2016 pag. 10)

**Características de la geomalla de fibra de vidrio:** Según las especificaciones técnicas del material (Pavco wavin) encontramos las siguientes características en esta geomalla.

**Tabla 3** Características de Geomalla de vidrio

<b>geomalla de fibra de vidrio</b>	Bajas elongaciones (menores al 3%)
	Alto modulo de elasticidad ( 70,000 Mpa)
	Abertura optima
<b>geomalla de fibra de vidrio</b>	Material inerte
	Retraccion menor al 0.5% a 200°c
	Punto de fusion 300°c

Fuente: elaboración propia

**Aplicaciones típicas de las geomallas** en los pavimentos.

Para vías no pavimentadas: Este permite el mejoramiento de una vía a construirse sobre una subrasante muy blanda.

Para vías pavimentadas: Este se emplean entre capas de pavimento faltico con la finalidad de controlar los agrietamientos por flexión.

**Campos de aplicación:** Esta geomalla tiene diferentes campos de aplicación.

1. Las Geomallas de Fibra de Vidrio son apropiado para reforzar las capas asfálticas ya que posee alta resistencia a la tensión biaxial y baja elongación; poseen un revestimiento bituminoso asfáltico que respalda la correcta adhesión de la Geomalla al asfalto
2. Esta adherencia asegura que la Geomalla está en posición de asumir el esfuerzo a la tensión y distribuirlo. La selección de este material está basada en su excelente resistencia a la temperatura, mínima retracción y óptimo módulo elástico (70.000 Mpa) .<sup>27</sup>
3. Generalmente se emplean para restauración o rehabilitación de pavimentos de

<sup>27</sup> (PAVCO WAVIN, 2017 pag. 14)

asfalto cuando esta ya este pavimentada.

4. Rehabilitación de pavimentos
5. Refuerzo de carpetas asfálticas

**Ventajas y beneficios de la geomalla de fibra de vidrio:**

1. Disminuye la fisuración en la capa asfálticas
2. Incrementa resistencia a la fatiga, en los materiales bituminosos
3. La utilización de esta geomalla puede lograr incrementar hasta doce veces los ciclos de carga para que aparezca una fisura en la superficie, de esta manera alargar la vida útil del pavimento.
4. Aumenta la resistencia a la tracción, flexión y compresión, bajo una carga sometida.
5. Reduce al mínimo la aparición del agrietamiento por esfuerzos a tensión y cambios temperaturas bruscas.
6. Aumenta la resistencia a la fatiga en los pavimentos que son sometidos a la acción de cargas cíclicas.
7. Proporciona un beneficio en el aspecto económico, reduciendo significativamente los mantenimientos periódicos en el pavimento flexible.
8. Instalación sencilla, rápida y económica.
9. Esta geomalla puede ser instalada a bajas temperaturas de acuerdo con los detalles de instalación de emulsión y asfalto.
10. Reducción del espesor del asfalto.

Según Pavco geosintéticos nos indica que “que la geomalla de fibra de vidrio soporta 18 veces más que un asfalto convencional sin refuerzo en un ensayo de flexiones”.<sup>28</sup>

**Mecanismo de refuerzo de la geomalla de fibra de vidrio:** Este tipo de geomalla presenta un grado alto de módulo de elasticidad de esta manera soporta más cargas sometidas, siendo más eficiente que otros materiales como refuerzo al asfalto. Es una material muy fácil colocado y reciclado debido que esta fibra es de origen mineral compuesto.<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup> (PAVCO GEOSINTETICOS, 2019 pag. 3)

<sup>29</sup> (MANUAL DE DISEÑO PAVCO, 2009 pag. 28)

**Resistencia a compresión:** Esfuerzo máximo que puede soportar cualquier material bajo someterse a cargas de aplastamiento. Esta resistencia a la compresión de todo material que logra fallar es debido a una fractura o rotura, debido a la cantidad de esfuerzo sometido la cual deforma el material en una cantidad arbitraria.<sup>30</sup>

**Resistencia a flexión** La resistencia a flexión o módulo de ruptura es una propiedad se manifiesta como esfuerzos ocurridos justo antes de ceder en una prueba de flexión, que se deduce de la magnitud fuerza de rotura a través de una fórmula matemática dividida por el grosor mínimos de la sección, nos da el resultado del ensayo nos aproxima a la resistencia mecánica.<sup>31</sup>

**Deformaciones plásticas:** Según Meca nos dice “la dicha deformación es cuando se aplica un esfuerzo a un material, la cual cuando se retira la carga o esfuerzo a dicho material este ya no vuelve a la normalidad o volver a su estado de inicio. La deformación es la diferencia de estados de un mismo material es la resta entre la dimensión original y entre la dimensión sometida a carga.”.<sup>32</sup>

Cuando retirar el esfuerzo del material y se observa que tiene una dimensión distinta al estado original esta se dice que se deforma plásticamente.

**Aspecto Económico:** En aspectos económicos observaremos por medio de análisis precios unitarios y presupuestos de mantenimiento que se realizaran al pavimento a través del tiempo un versus de la rehabilitación con asfalto convencional y rehabilitación agregando la geomalla de fibra de vidrio, de esta manera determinando cuál de estos dos métodos es más económico y factible para la población.

**Método de evaluación** que utilizaremos para realizar este trabajo de investigación es la metodología del Índice de condición del pavimento- PCI, esta metodología se

---

<sup>30</sup> (INSTRON, 2019 pag. 6)

<sup>31</sup> (INSTITUTODE PROMOCIO, 2015 pag. 3)

<sup>32</sup> (MECA, 2016 pag. 15)

denomina la más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, es de fácil implementación mediante su manual de daños el usuario se guía para poder identificar sus tipos de deterioros o anomalías en el pavimento

El método del Pci considera que el deterioro o anomalía del pavimento depende del tipo, extensión del daño y la severidad, el índice numérico del pci varía desde cero 0, para un pavimento muy fallado o en muy mal estado, hasta el máximo rango que es cien 100 para un pavimento de estado óptimo – excelente, en el siguiente cuadro observaremos los rangos de calificación.<sup>33</sup>

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

**Figura 16** Rangos de calificación del PCI

**Software Evalpav:** Este software está desarrollado para la evaluación de la condición superficial en el pavimento, nos permite optimizar la recopilación de datos de campo, reduciendo considerablemente el procesamiento de información del resultado del Pci, con un grado de confiabilidad así mismo nos facilita el análisis mediante la interpretación de resultados y la proposición de alternativas de solución. Actualmente el software cuenta con 3 versiones para la evaluación superficial de carreteras pavimentadas (ASTM D6433-03), aeropuertos (ASTM D5340-04) y carreteras no pavimentadas (USACE TM 5-626).<sup>34</sup>(manual de usuario evalpav ,2010, p.2)

El Dr. Ing. Gerber Zavala Ascaño fue el creador del software evalpav, fue elaborado conjunto con la Dirección de estudios especiales de la Dirección general de caminos y ferrocarriles del Ministerio de transporte y comunicaciones –MTC, quienes desean fomentar y promover la investigación y desarrollo de las tecnologías aplicables a los estudios, obras y administración de infraestructura vial.

<sup>33</sup> (VASQUEZ, 2002 pag. 2)

<sup>34</sup> (Manual de usuario evalpav, 2010 pag. 2)

Así mismo el Ing. Gerber Zavala manifiesta que este software es de libre distribución y sin fines de lucro.

Para este proyecto de investigación utilizaremos el software Evalpav como método de evaluación superficial al pavimento flexible en la av. Coronel Inclán en el distrito de San Juan de Miraflores, la versión que utilizaremos es para carreteras pavimentadas (ASTM D6433-03) o también llamada EvalpavCar.

Con los resultados finales mediante la evaluación del Evalpavcar con el pci Ubicaremos el tipo de mantenimiento se realizará al pavimento.

RANGO DEL PCI	COLOR	TIPO DE MANTENIMIENTO
86 - 100 EXCELENTE	Verde	MANTENIMIENTO RUTINARIO Y PREVENTIVO
71 - 85 MUY BUENO	Verde claro	(Sello de fisuras, parches, techadas asfálticas)
56 - 70 BUENO	Amarillo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO
41 - 55 REGULAR	Naranja claro	(Recapado)
26 - 40 POBRE	Naranja	REHABILITACION MAYOR (Reemplazo de carpeta asfáltica)
11 - 25 MUY POBRE	Naranja oscuro	RECONSTRUCCION
0 - 10 FALLADO	Rojo	(Reemplazo de base granular y carpeta asfáltica)

**Figura 17** Tipo de mantenimiento con Evalpavcar



**Figura 18** Software Evalpav

### III. METODOLOGÍA

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación Tipo de investigación de acuerdo al fin:**

El tipo de investigación para este proyecto es aplicado, Es el tipo de investigación la cual el problema es conocido por el investigador, de esta manera en su investigación dará las posibles soluciones reales a este problema determinado.<sup>35</sup> (Valderrama, 2013, p.167).

#### **Tipo de investigación de acuerdo al nivel:**

El nivel de investigación para este proyecto de investigación es correlacional – causal es un método de investigación la cual tienen como objetivo describir las relaciones entre 2 o más variables en un determinado momento ,el investigador observara y no manipulara los atributos o comportamientos del objeto, para poder describirlos objetivamente.<sup>36</sup> (Borja,2012, p.13)

#### **Tipo de investigación de acuerdo al diseño metodológico:**

El diseño de la investigación, es un perfil previo al proyecto de investigación, donde se proyecta lo que se realizara a manera de obtener los objetivos.

Para este proyecto de investigación según los parámetros de estudio es:

La investigación no experimental , es observar los fenómenos en un contexto natural , para poder analizarlos , en este tipo de estudio no se genera ningún tipo de manipulación si no se observa las situaciones existentes, ni mucho menos podemos influir en las variables y no es posible manipularlas , solo observamos para poder analizarlas .<sup>37</sup>

#### **Tipo de investigación de acuerdo al enfoque:**

Para el siguiente proyecto de investigación se utilizará el tipo de investigación cuantitativa porque mediante este tipo de investigación observaremos las conductas y características y obtener datos para contrastar la hipótesis.

Monje explica lo siguiente acerca de la metodología cuantitativa.

La metodología cuantitativa, inicia de teorías establecidas, para que puedan hacer

---

<sup>35</sup> (VALDERRAMA, 2013 pag. 167)

<sup>36</sup> (BORJA, 2012 pag. 13)

<sup>37</sup> (HERNANDEZ, y otros, 2014 pag. 152)

relaciones entre la variables y formen parte del problema del análisis, basándose de conceptos medibles , la cual se busca encontrar el grado de relación entre las variables de estudio.<sup>38</sup>

### 3.2- Variables, Operacionalizacion

“La variable es una propiedad [...], cuya variación es susceptible de medirse u observarse” es decir aquel que se puede controlar, medir, observar asumiendo diferentes valores y se definen de manera operacional y conceptual.<sup>39</sup>

Variable independiente	V1: geomalla de fibra de vidrio
Variable dependiente	V2: Rehabilitación de pavimentos flexible

La **Operacionalizacion de variables** es todo aquel que se puede medir, manipular según el estudio o investigación requerida.

**Escala de medición** es una agrupación de los valores y conceptos con los indicadores empíricos, es decir que las variables se agrupan según la características que se establece entre sí, donde para cada variables tendrá uno o dos grupos.<sup>40</sup>

**De razón o proporción** esta es la escala superior la cual contiene todas la propiedades de las de intervalo y las ordinales , donde su cero es real , no es arbitrario y es absoluto.<sup>41</sup>

De esta manera en nuestro proyecto de investigación utilizaremos los tipos de medición para así poder medir o cuantificar las variables, la cual obtendremos los resultados de una manera adecuada

### 3.3. Población, muestra y muestreo Población

Para Félix Rondón, nos dice que la población es un conjunto de casos que coinciden con una serie de especificaciones y características, de esa manera , en

---

<sup>38</sup> (MONJE, 2011 pag. 13-14)

<sup>39</sup> (HERNANDEZ, y otros, 2014 pag. 105)

<sup>40</sup> (HERNANDEZ, y otros, 2014 pag. 216)

<sup>41</sup> (SANCHEZ, y otros,2018 pag. 100)

el proceso de investigación, da como referencia la localidad designada donde se desarrollara la investigación.<sup>42</sup>

Para este trabajo de investigación la población será todos los ensayos realizados a la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio al pavimento flexible.

### **Muestra**

La muestra es el sub grupo de la población a analizar del cual se recolectara datos, que se limitan con precisión, esta muestra deberá ser una parte representativa de la población .<sup>43</sup>

La muestra para este proyecto de investigación fueron los ensayos de compresión, ensayo de flexión y ensayo de propagación de fisuras.

### **Muestreo**

El tipo de muestreo escogido para este proyecto de investigación es el muestreo no probabilístico es decir que escogeremos la muestra según criterio del investigador. “El muestreo no probabilístico es aquella técnica utilizada en la muestra, basada en la selección de los individuos que considere accesible”.<sup>44</sup>

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**La técnica** de recolección de datos son los medios por las cuales recopilamos la información de la investigación, la cual se utiliza la confiabilidad y validez, que fueron evaluado por expertos en el tema.

**Instrumento de recolección** de datos es el recurso mediante el cual el investigador registra la información o datos tomados en campo de las variables las cuales analizara.<sup>45</sup>

Para este proyecto utilizamos de **tipo documental** es el análisis del contenido que encuentran en fuentes de documentales con información más importantes ,

---

<sup>42</sup> (FELIX, 2010 pag. 89)

<sup>43</sup> (HERNANDEZ, y otros, 2010 pag. 173)

<sup>44</sup> (SAMPIERI, 2015 pag. 86)

<sup>45</sup> (HERNANDEZ, y otros, 2014 pag. 199)

separando o extrayendo un documento referencial donde lo organizáremos, analizaremos y clasificaremos , según lo requerido para el investigador.<sup>46</sup>

**La validez** es un técnica o método que sirve para medir la efectividad de lo medido, es decir que el resultado obtenido mediante la aplicación de instrumento demuestre lo real.<sup>47</sup>

**“Validez de contenido**, determina el grado de medición que representa al concepto o variable medida, demostrando ítems de un test representante adecuadamente al contenido de según las variables que se van a medir”.<sup>48</sup>

**La confianza** es la manera la cual aplicamos la observación para describir los aspectos de un entorno en un determinado tiempo y lugar de la evaluación, y de esta manera adquirir las conclusiones.

**La confiabilidad**, es la capacidad del instrumento para realizar resultados coherente, tiene cualidades de estabilidad , exactitud y consistencia a los instrumentos de datos y a las técnicas de investigación.<sup>49</sup>

Para este proyecto de investigación como técnica de recolección de datos se elaboró una ficha de observación donde se evaluó y verificado mediante la validación de juicio de expertos, donde cada experto coloco la puntuación según el rango especificado para la correcta validación, donde colocaremos en la parte de anexos.

### 3.5. Procedimiento

Primero se evaluó de manera superficial el pavimento flexible, utilizando la guías y manuales del mtc y el manual del Pci, tomando en cuenta los siguientes parámetros para la correcta evaluación del pavimento asfaltico:

---

<sup>46</sup> (SANCHEZ, y otros,2018 pag. 18)

<sup>47</sup> (SANCHEZ, y otros,2018 pag. 124)

<sup>48</sup> (SANCHEZ, y otros,2018 pag. 124)

<sup>49</sup> (SANCHEZ, y otros,2018 pag. 35)

1. Se elaboró una ficha de observación y recolección de datos donde apuntaremos todos los datos obtenidos en campo.
2. Acudimos a la zona de estudio donde realizaremos la toma de datos.
3. Donde dividiremos en secciones o unidades de muestreo para realizar una correcta toma de datos.
4. Cada área de muestreo debe tener un rango de  $225.0 \pm 90.00 \text{m}^2$  , para poder ingresar los datos al programa donde analizaremos el evalpavcar.
5. Identificando las fallas y anomalías de pavimento asfáltico según el manual del PCI y sus niveles de severidad.
6. Consolidaremos la información obtenida en la ficha de observación, la cual después ingresaremos al sistema del evalpavcar.
7. Donde obtendremos los resultados y rangos del pci , mediante el software evalpavcar donde nos indicara el tipo de mantenimiento o rehabilitación se tendrá que realizar al pavimento asfáltico analizado.
8. Mediante los resultados obtenidos, se determinó que el pavimento flexible necesita una rehabilitación porque obtuvo un rango del pci entre 26-40 rango pobre, donde adjuntaremos los archivos de análisis en los anexos de este informe de investigación.



**Figura 19** Evaluación superficial del pavimento asfáltico

Segundo se indago o busco tesis alusiva a nuestro tema de investigación, donde utilizaremos sus análisis de datos y resultados obtenidos, para poder interpretar y analizarlos siempre teniendo en cuenta sus autorías de cada Tesista la cual lo citamos cada vez utilizado , mediante eso realizaremos nuestros resultados mediante tablas y gráficos.

### **3.6. Método de Análisis de datos**

Para este trabajo de investigación se realizará un análisis de datos el cual se utilizará para realizar las evaluaciones superficiales utilizando un software de evaluación con método pci “Evalpav” así mismo a los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio.

“Explican los distintos procedimientos que están sujetos a los datos obtenidos como registros, tabulaciones, así mismo técnicas estadísticas y lógicas que deben ser definida que se utilizara como herramienta para interpretar los datos recolectados de laboratorio .<sup>50</sup>

### **3.7. Aspectos Éticos**

El siguiente trabajo fue realizado respetando el Art.219 del código penal, de manera objetiva y responsable para poder desarrollar el trabajo de investigación y fomentando así la ética profesional.

---

<sup>50</sup> (ARIAS, 2012 pag. 119)

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la zona de estudio Nombre de la tesis:

“Rehabilitación del pavimento flexible utilizando como refuerzo la geomalla de fibra de vidrio en la av. coronel Inclán distrito de San Juan de Miraflores - 2019”

### Acceso a la zona de trabajo:

El ingreso a la zona del proyecto es por la av. Auxiliar de la panamericana sur km 14.5 con la av. Calle A principalmente beneficiara a la Av. Coronel Inclán, con el cruce de la Avenida Los Próceres en el distrito de San Juan Miraflores.

### Ubicación Política:

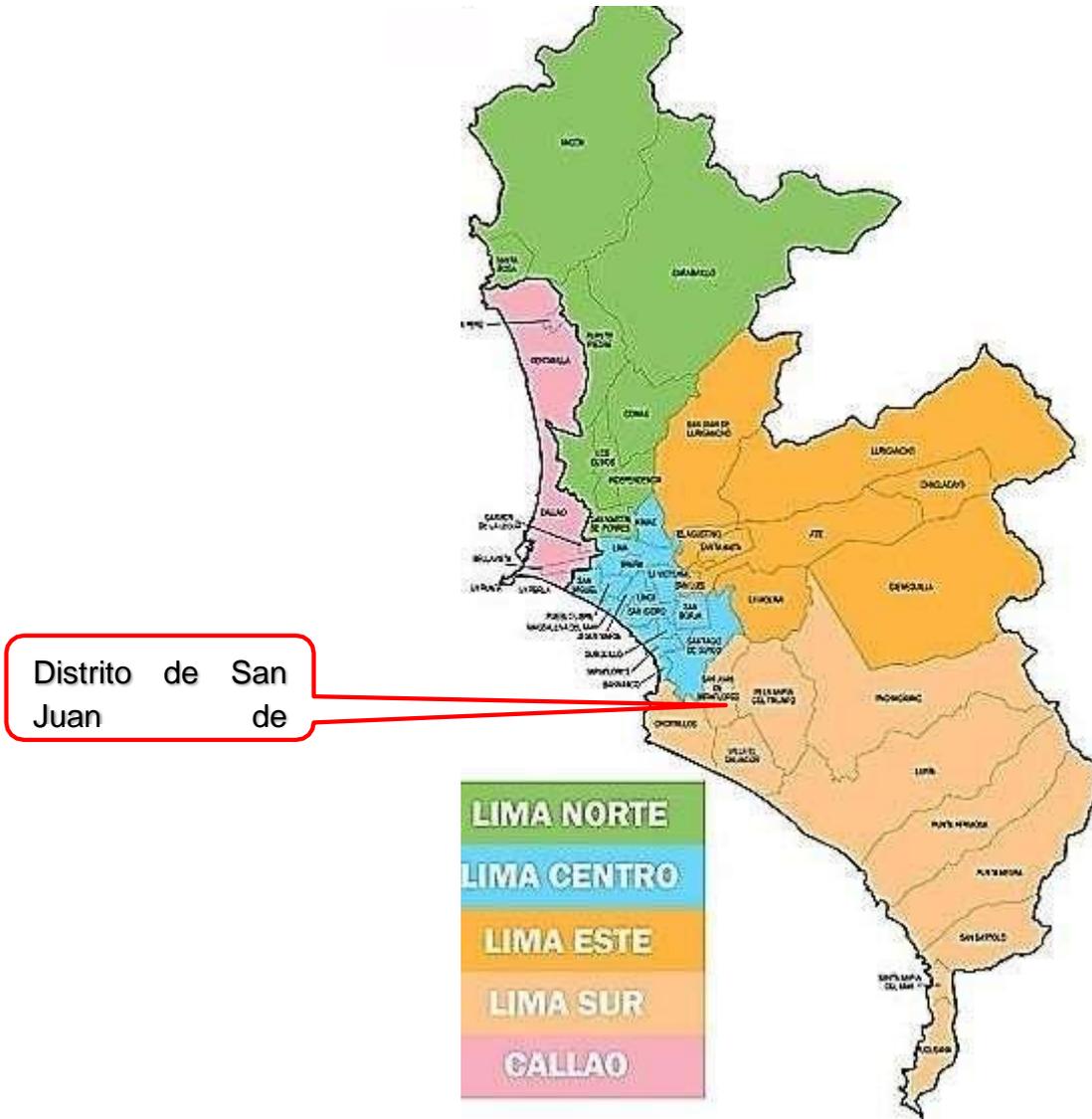
La zona de estudio está ubicada en la región de Lima, Provincia de Lima, Distrito de San Juan de Miraflores en el cual tiene limitaciones con los siguientes distritos.



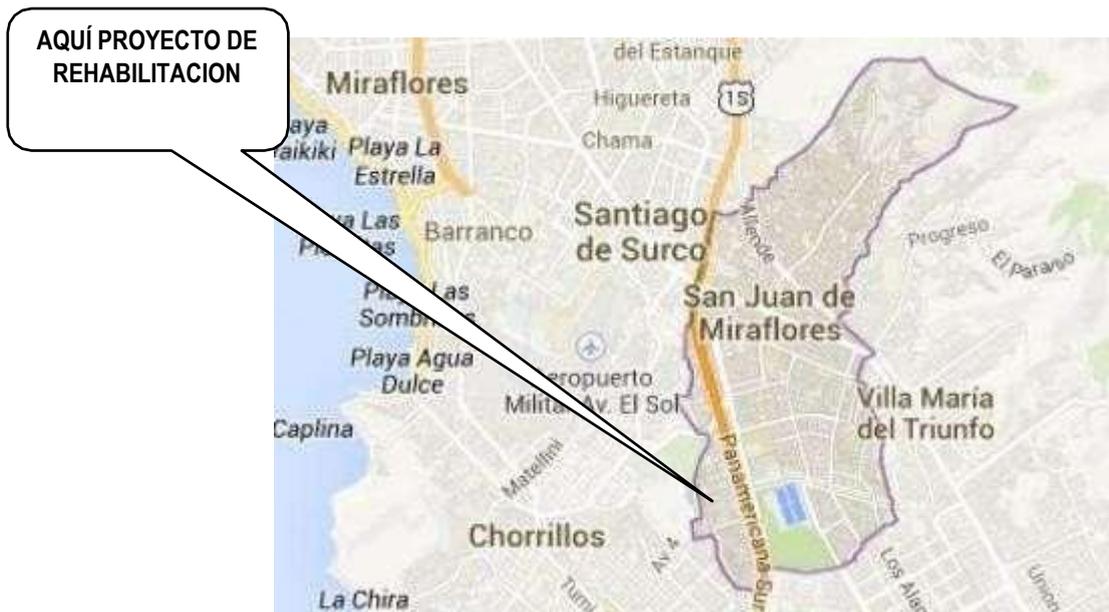
*Figura 20 Mapa de la Región Lima y Región política del Perú*

**Ubicación del Proyecto:**

Provincia y Departamento de Lima:



**Figura 21** Mapa de los Distritos de Lima



**Figura 22** Ubicación del distrito de san juan de Miraflores

Limita por el:

Norte: Con el distrito de La Molina

Sur: Con el distrito de Villa el Salvador y Distrito de Chorrillos Este: Con los distritos de Villa Maria del Triunfo

Oeste: Con el distrito de Santiago de Surco

Esta zona de estudio fue seleccionada debido que hace más de 10 años no realizan ningún tipo de mantenimiento en este pavimento la cual a transcurrir el tiempo ha provocado la molestia a los pobladores que residen en la localidad de San Juan de Miraflores, así mismo fue elegida con la finalidad de poder proporcionar posible solución con la utilización de la geomalla de fibra de vidrio a la av. Coronel Inclán y poder recuperar su confort a nivel usuario y así mismo evitar el mantenimiento rutinario que sería destinado a esta vía rehabilitada ,evitando con la utilización de la geomalla las propagaciones de fisuras en el pavimento al transcurrir los años

## Ubicación Geográfica

De manera geográfica el distrito de San Juan de Miraflores esta en las coordenadas 12°09'05"S 76°58'12"O, tiene un área de aproximadamente de 23.98 Km<sup>2</sup>, posee un altitud de 141 m.s.n.m y hasta el 2017 contaba con una población de 355 219 hab.



**Figura 23** Distrito de San Juan de Miraflores

La ubicación más precisa de la zona elegida para hacer la rehabilitación del pavimento flexible con la utilización de la geomalla de fibra de vidrio, se encuentra en una avenida principal donde hay mucho comercio y al finalizar la vía se encuentra la posta de Mateo Pumacahua, posee un tramo considerado de longitud la cual se presencia en la siguiente figura con la ayuda de Google Maps



**Figura 24** Ubicación de la zona de manera satelital

**Vías de Acceso:**

Para poder llegar a la Av. Coronel Inclán, las más recomendable ir por la Panamericana sur , bajarse en el paradero américa o puente américa , cruzar y tomar una combi con destino a Tupac Amaru , bajarse en el paradero curva donde inicia la av. Coronel Inclán

**Clima:**

En el distrito de Los Olivos posee un clima tropical, sin embargo, presenta ambientes desérticos, áridos y semiáridos por la corriente fría de Humboldt según estudios la temperatura promedio es de 18.5 C° hasta los 22.84 C°.

**Localidad para la compra de materiales:**

Los materiales serán obtenidos cerca del laboratorio donde se realizará los ensayos, la geomalla será importada del exterior del país debido que no se fabrica en Perú.

**Resultados de laboratorio encontrados de las tesis analizadas:**

**TESIS 1:** “La geogrilla de fibra de vidrio, en el marco de la mecánica de materiales como alternativa para reparación de pavimentos” Universidad Ricardo Palma

**POBLACION Y MUESTRA:**

Su población fue 4 vigas elaboradas, clasificándolas de la siguiente manera

VIGA	TIPO DE SAMI
A-1 - A-2	SIN SISTEMA SAMI
B-1	MEZCLA ARENA ASFALTO
C-1	GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO

Fuente: Ramírez Mijaíl, 2013.

La cual utilizare las vigas A -1, A - 2 y C – 1 para realizar los análisis mediante sus resultados.

Para realizar sus muestras, se fabricó las mezclas asfálticas manualmente con el diseño Marshall del pavimento antiguo y para el pavimento nuevo, utilizando los siguientes porcentajes:

Pavimento nuevo.

Materiales		Porcentajes
Piedra chancada de 1/2"	%	49
Arena Gruesa	%	45.2
Asfalto (Pen 60/70)	%	5.8

Pavimento antiguo.

Materiales		Porcentajes
Piedra chancada de 1/2"	%	49.5
Arena Gruesa	%	45.7
Asfalto (Pen 60/70)	%	4.8

Fuente: Ramírez Mijaíl, 2013.

**Tabla 4 Muestras**

COMPACTACION PISTON MARSHAL					
MUESTRAS	CAPAS	MEDIDAS	T. PAVI	C/S . REFUER	N' GOLPES
VIGA A-1	1	6 CM	P. ANTIGUO	S/REF	600
	2	9 CM	P. NUEVO		2000
VIGA A-2	1	6 CM	P. ANTIGUO	S/REF	600
	2	9 CM	P. NUEVO		2000
VIGA C-1	1	6 CM	P. ANTIGUO	C/REF	600
	2	9 CM	P. NUEVO		2000

Fuente: Ramírez Mijaíl, 2013.

Como se observa en la tabla para la elaboración de las muestras fueron en 2 fases primero, se compactaba mediante el pistón Marshall el pavimento antiguo con 6 cm de medida y la segunda capa el pavimento nuevo con 9 cm de medida, para los especímenes A -1 y A - 2 fueron sin ningún tipo de refuerzo es decir solo asfalto convencional, para el espécimen C – 1 fue incorporado la geomalla de fibra de vidrio entre el pavimento antiguo y el nuevo.

**Ensayo de Carga cíclica:** Para realizar este ensayo se utilizó la maquina universal hidráulica, es una maquina a compresión, este ensayo simula el paso de los vehículos aplicando cargas cíclicas, las grietas que se producen o aparecen por efecto de la carga sometida, es decir que este ensayo determina los mismos

factores que un ensayo a compresión y flexión, ya que determina el comportamiento de los sistemas que retardan el surgimiento de fisuras sobre la superficie de los pavimentos.

**Tabla 5** Resultados del ensayo en la muestra A – 1

VIGA A-1 ( SIN REFUERZO)							
FECHA	ESPECIMEN	# CICLOS	CARGA MAX. (KG)	FRECUENCIA (S)	APARICION DE GRIETAS		OBSERVACIONES
					CICLO	LONGITUD (CM)	
23/10/2012	A-1	70	400	5	35		GRIETAS AISLADAS
24/10/2012	A-1	200	400	5.88	135	2	GRIETA LLEGA ALA SUPERFICIE
					170	7	
25/10/2012	A-1	200	600	4.166	28	3	APARECE NUEVA GRIETA Y LLEGA ALA SUPERFICIE
					190	5	

Fuente: Ramírez Mijaíl, 2013.

**Tabla 6** Resultados del ensayo en la muestra A - 2

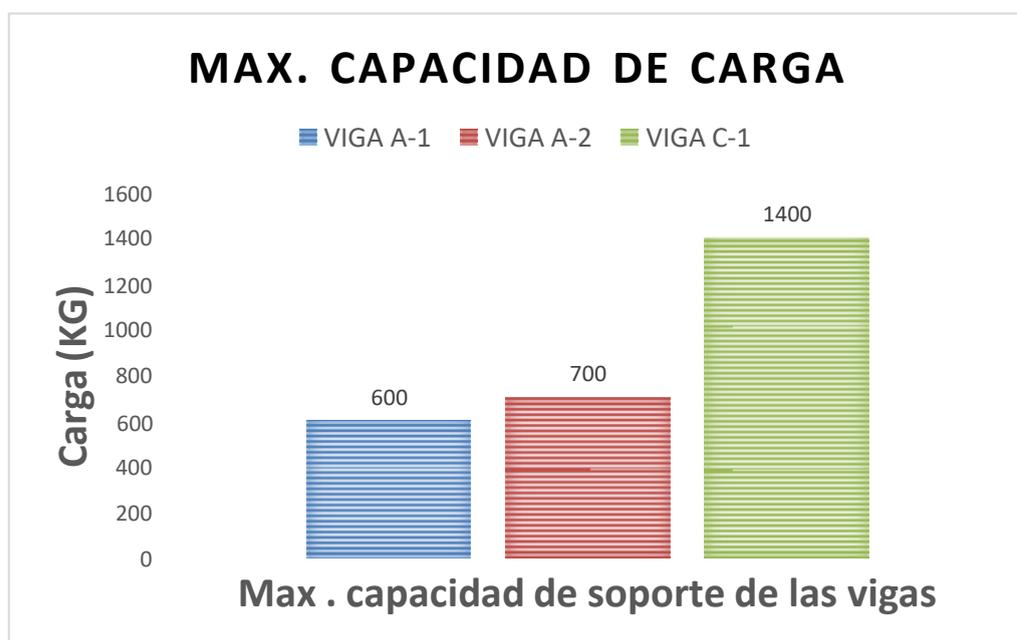
VIGA A-2 ( SIN REFUERZO)							
FECHA	ESPECIMEN	# CICLOS	CARGA MAX. (KG)	FRECUENCIA (S)	APARICION DE GRIETAS		OBSERVACIONES
					CICLO	LONGITUD (CM)	
07/11/2012	A-2	100	400	16.66	24	1	APARECEN GRIETAS ASISLADAS
					80	1	
					100	2.5	
09/11/2012	A-2	100	700	5.88	13	8	GRIETAS LLEGAN ALA SUPERFICIE
					56	12	

Fuente: Ramírez Mijaíl, 2013.

**Tabla 7** Resultados del ensayo en la muestra C - 1

VIGA C-1 ( INCORPORADO LA GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO)							
FECHA	ESPECIMEN	# CICLOS	CARGA MAX. (KG)	FRECUENCIA (S)	APARICION DE GRIETAS		OBSERVACIONES
					CICLO	LONGITUD (CM)	
12/11/2012	C-1	100	1400	11.11	-	-	NO APARECEN GRIETAS
13/11/2012	C-1	100	1400	10	90	2.2	APARECEN GRIETAS AISLADAS
20/11/2012	C-1	100	800	5.88	-	-	NO APARECEN GRIETAS

Fuente: Ramírez Mijaíl, 2013.



**Grafico 1.** Máxima Capacidad de Carga (KG)

Fuente: Elaboración propia

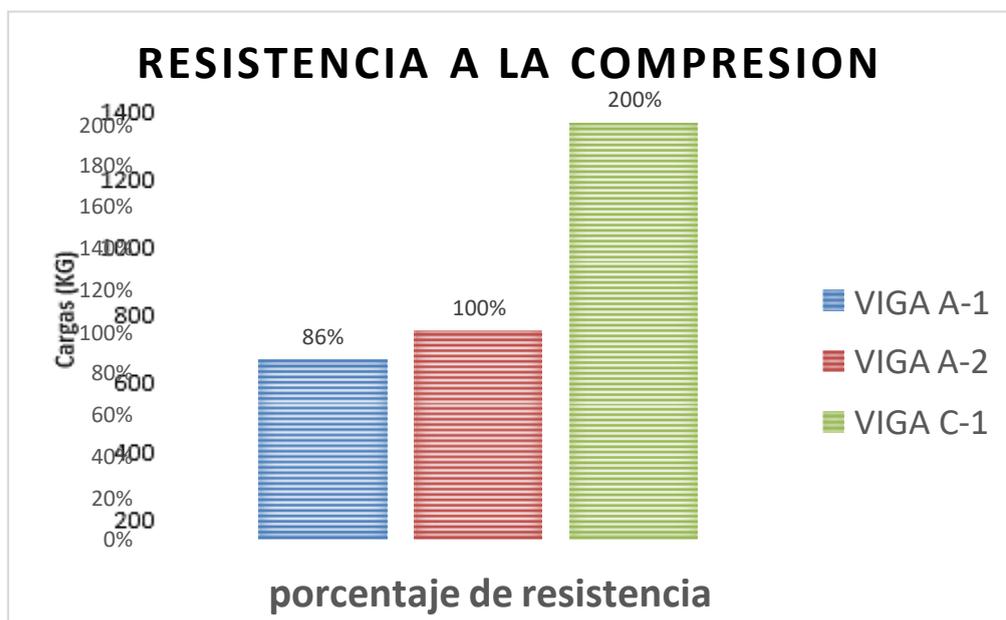
Como se observa en el grafico n° 1, Sabiendo que las vigas A-1 y A- 2 son

elaboradas con el mismo asfalto convencional y sin ningún tipo de refuerzo se observa que, la viga A-1 solo tiene la capacidad máxima de soportar 600 (Kg) a diferencia de la viga A-2 esta soporta 100 (kg) más que la viga A-1, siendo su capacidad de soporte 700 (kg).

Tomaremos como referencia la viga A-2 teniendo en cuenta que tiene mejor capacidad de soporte de cargas, para hacer la comparación con la viga C-1.

En viga C-1 se observa que su Max. Capacidad de soporte fue 1400 (Kg) a diferencias de las vigas A- 1 y viga A-2 que sus ensayos se realizaron de una manera ascendente proporcionando las cargas, en la viga c-1 fue de manera descendente comenzando con la carga máxima de 1400 kg pudiendo fallar de una manera muy temprana.

comparando con la viga A-2 se evidencia que la viga C-1 tiene el doble de capacidad que la viga A-2 esto es debido a que esta viga C-1 está incorporada la geomalla de fibra de vidrio entre sus capas asfálticas trabajando como un refuerzo entre las capas de asfalto.



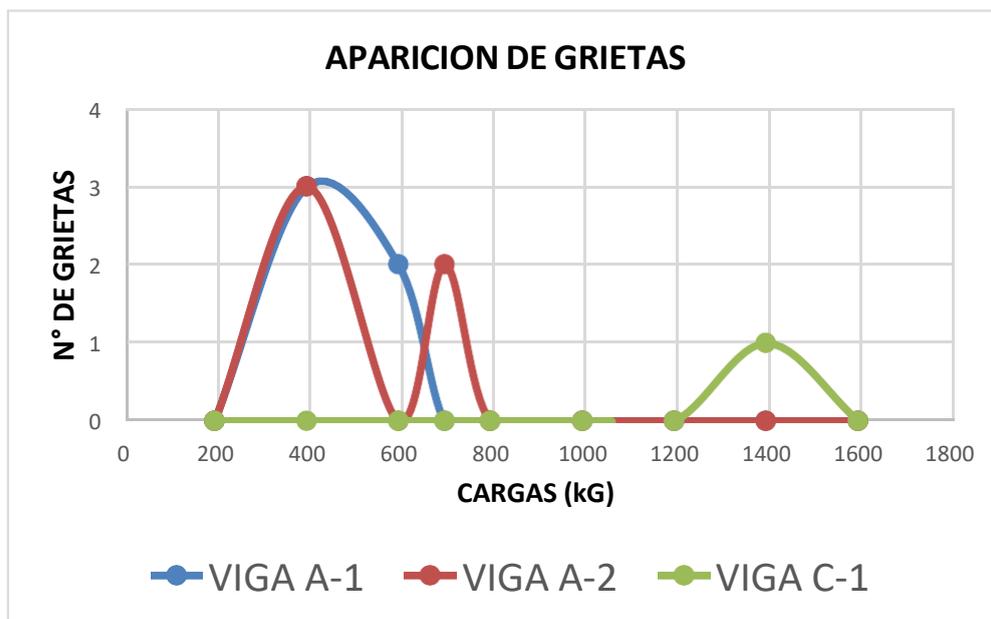
**Grafico 2.** Resistencia a la Compresión

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados del grafico n° 1, tomaremos como referencia a la viga A- 2 por tener mayor capacidad de soporte a diferencia de la viga A- 1.

Esta viga A-2 la igualaremos al 100% con su máxima capacidad de soporte de 700 kg.

Como se observa en el grafico n°2, la viga C-1 debido a la incorporación de la geomalla fibra de vidrio logra el incremento a 100% a la resistencia a la compresión, comparando con la viga A- 2 que no tienen ningún tipo de refuerzo solo asfalto convencional, obteniendo un 200 % de efectividad la viga C-1, comportándose como una capa aisladora de esfuerzos a sus capas inferiores del pavimento.



**Grafico 3.** Aparición de Grietas

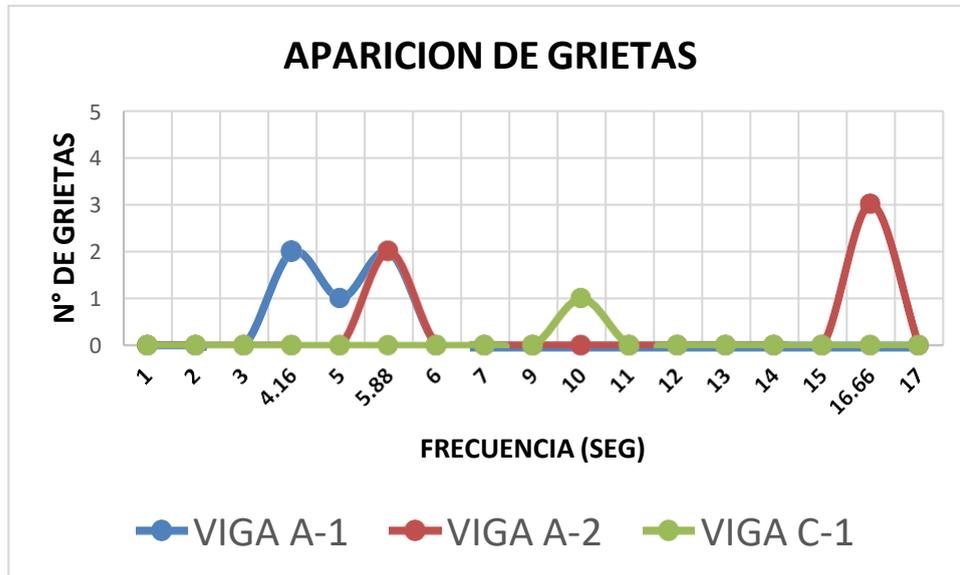
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el grafico n°3, en la viga A-1 se aplicaron cargas de manera ascendente, aplicando una carga de 400 kg aparecieron, 1 grieta aislada y 2 grietas en la superficie de la muestra. Aplicando una carga de 600 kg aparecieron 2 grietas en la superficie de la muestra, en total de grietas durante todo el ensayo aparecieron 5 grietas.

En la viga A-2 de la misma manera que la viga A-1 se aplicaron cargas de manera ascendente, aplicando una carga de 400 kg aparecieron 3 grietas aisladas y con una carga de 700 kg aparecieron 2 grietas en la superficie de la muestra, siendo en total 5 grietas durante todo el ensayo.

A diferencia de la viga A-1 y A-2, la viga C-1 tuvo un comportamiento diferente,

debido a la aplicación de la carga fue de manera descendente, solo se observó 1 grieta aislada con la carga máxima de 1400kg, es decir que la viga C-1 Reforzada con geomalla de fibra de vidrio reduce significativamente la aparición de grietas en el pavimento flexible a diferencia de un asfalto convencional.

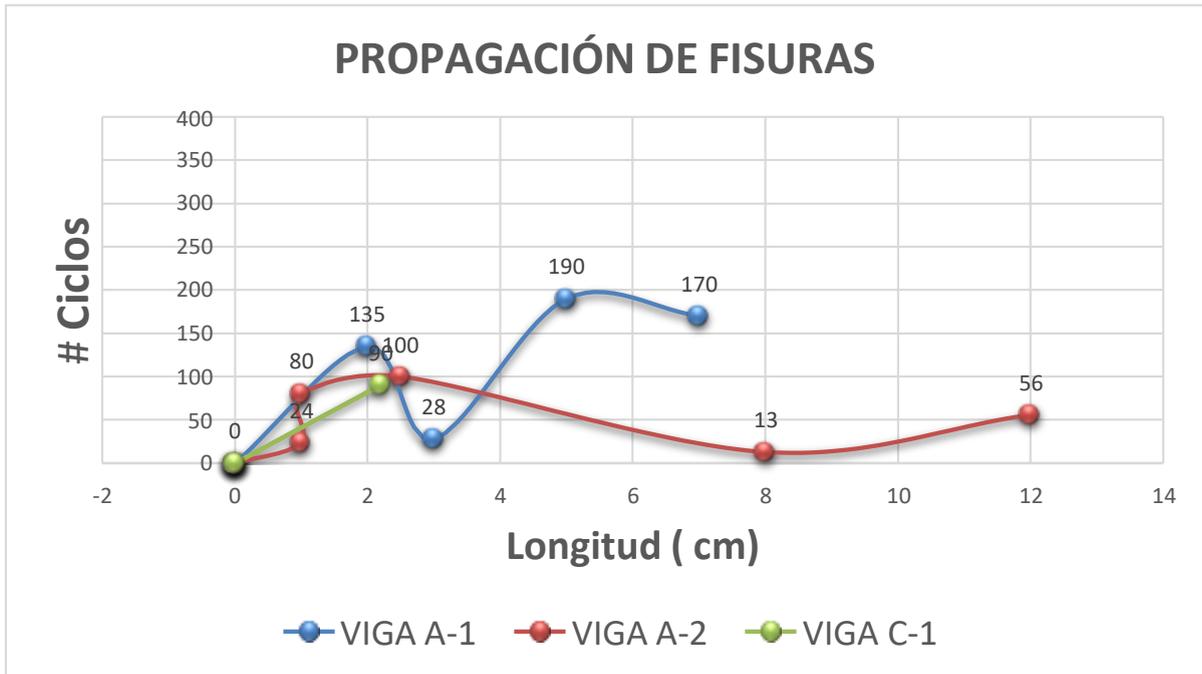


**Grafico 4.** Aparición de las grietas

Fuente: Elaboración propia

Observando el grafico N°4, la viga A-1 se tardó 4.16 Segundos, viga A-2 se tardó 5.88 Segundos y en la viga C- 1 se tardó 10 segundos para la aparición de grietas en sus respectivas muestras.

A diferencia de las vigas A-1 y A-2 la viga C-1 reforzada con la geomalla de fibra de vidrio se tardó 4 veces más la aparición de grietas, siendo esta en una frecuencia de 4 segundos de retardo, aplazando significativamente la aparición de grietas en la superficie de la muestra.



**Grafico 5.** Propagación de fisura

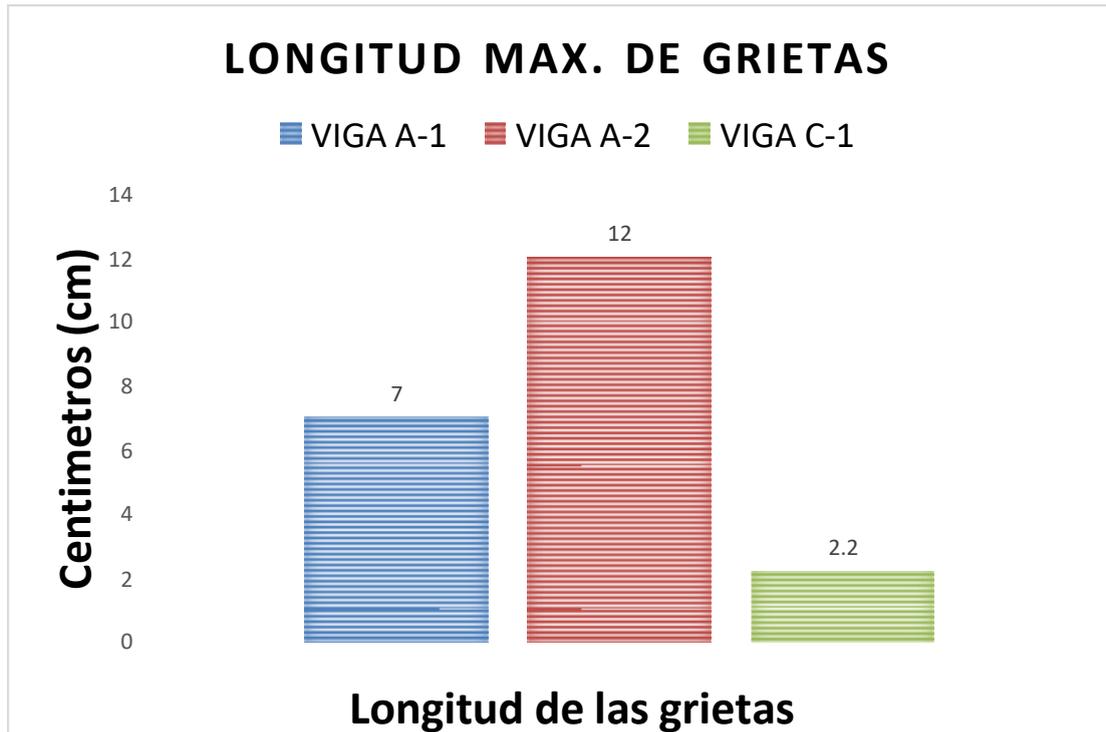
Fuente: Elaboración propia

Observando el grafico N°5, en la viga A-1 comenzó con una longitud de 2cm propagándose hasta llegar a los 7 cm, siendo su mayor propagación 5 veces más a su longitud inicial.

En la viga A-2 comenzó con 8 cm hasta llegar a 12 cm de longitud, siendo su mayor propagación 4 veces más a su longitud inicial.

En la viga C-1 solo se desarrolló una grieta aislada de 2.2 cm de longitud y no se propago en toda la muestra, se mantuvo la medida de 2.2 cm.

A diferencia de las vigas A-1 y A-2, la viga C-1 reforzada con la geomalla de fibra de vidrio es más eficiente al retardo de la propagación de fisura manteniendo su misma longitud inicial al pasar los ciclos.



**Grafico 6.** Longitud Máxima de grietas

Fuente: Ramírez Mijaíl, 2013

Observando el grafico N°6, en la viga A-1 tiene una longitud máxima de grieta de 7 cm, en la viga A-2 una longitud máxima de 12 cm y en la viga C-1 una longitud máxima de 2.2 cm

A diferencia de las vigas A-1 y A-2, la viga C-1 reforzada con la geomalla de fibra de vidrio tiene la menor longitud de grieta esto es debido a su alto módulo de elasticidad.

**TESIS 2:** “Rehabilitación de pavimentos fisurados por reflexión implementado sistemas de membrana anti fisura S.A.M.I” Universidad Javerina

**POBLACION Y MUESTRA:**

Su muestra fueron 5, con mezcla asfáltica convencional, con tipología S.A.M.I

Capa fisurada + nueva carpeta asfáltica
Capa fisurada + asfalto modificado con caucho (S.A.M.I. 1) + nueva carpeta asfáltica
Capa fisurada + geomalla de fibra de vidrio (S.A.M.I. 2) + nueva carpeta asfáltica
Capa fisurada + geotextil no tejido NT 1800 (S.A.M.I. 3) + nueva carpeta asfáltica
Capa fisurada + geotextil no tejido REPAV 450 (S.A.M.I. 4) + nueva carpeta asfáltica

Fuente: Forero Ana, 2012.

La cual utilizare las 5 briquetas de la muestra para realizar el análisis de los resultados.

**Tabla 8** Tipo de muestras

MUESTRAS	CAPAS	COMPACTACION			
		MEDIDAS	T. PAVI	C/S. REFUER	TIPO DE REFUERZO
SIN SAMI	1	38 MM	P. ANTIGUO	C/REF	-
	2	38 MM	P. NUEVO		
SAMI 1	1	38 MM	P. ANTIGUO	C/REF	ASFALTO MODIFICADO CON CAUCHO
	2	38 MM	P. NUEVO		
SAMI 2	1	38 MM	P. ANTIGUO	C/REF	GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO
	2	38 MM	P. NUEVO		
SAMI 3	3	38 MM	P. ANTIGUO	C/REF	GEOTEXTIL NO TEJIDO NT 1800
	4	38 MM	P. NUEVO		
SAMI 4	5	38 MM	P. ANTIGUO	C/REF	GEOTEXTIL NO TEGIDO REPAV 450
	6	38 MM	P. NUEVO		

Fuente: Forero Ana, 2012.

Como se observa en la tabla para la elaboración de las muestras fueron en 2 fases primero, se compactaba el pavimento antiguo con 38 mm de medida y la segunda capa el pavimento nuevo con 38mm de medida, para la muestra sin sami fue sin ningún tipo de refuerzo es decir solo asfalto convencional, para los especímenes SAMI 1 – SAMI 2 – SAMI 3 –SAMI 4 fue incorporado el tipo de refuerzo entre el pavimento antiguo y el nuevo, donde Sami 2 es incorporado la fibra de vidrio.

**Ensayo de Fatiga por reflexión:** Este ensayo es mediante la tracción directa, el cual aplica esfuerzos a tracción y flexión a los especímenes las cuales se van evaluar, mediante este ensayo podemos determinar los niveles de deformación, el reflejo de fisuras en las muestras, midiendo los números de ciclos requeridos para que falle el material por fatiga.

**Tabla 9** Relación entre el periodo optimo y la información

PERIODO (S)	DEFORMACION (MM)
8	0.43
10	0.86
14	1.3

Fuente: Forero Ana, 2012.

**Tabla 10** Resultados del ensayo en la muestra C - 1

DEZPLAZAMIENTO (MM)	NUMERO DE CICLOS HASTA LA FALLA				
	sin S.A.M.I	S.A.M.I 1	S.A.M.I 2	S.A.M.I 3	S.A.M.I 4
0.43	325	440	968	466	473
0.86	45	64	154	51	65
1.3	29	35	67	33	38

Fuente: Forero Ana, 2012.

**Tabla 11** Resultados de daño por fatiga para mezcla asfáltica convencional.

1/N	1 mm	3mm	5mm	10mm	15mm	20mm	25mm	30mm
SIN SAMI	0.02	0.31	1.04	5.33	13.83	27.21	46	70.64
SAMI 1	0.02	0.26	0.9	4.78	12.73	25.5	43.71	67.9
SAMI 2	0.01	0.12	0.44	2.38	8.43	13.02	22.51	35.19
SAMI 3	0.02	0.26	0.89	4.82	12.92	26.01	44.76	69.75
SAMI 4	0.02	0.24	0.83	4.43	11.8	23.5	40.54	62.98

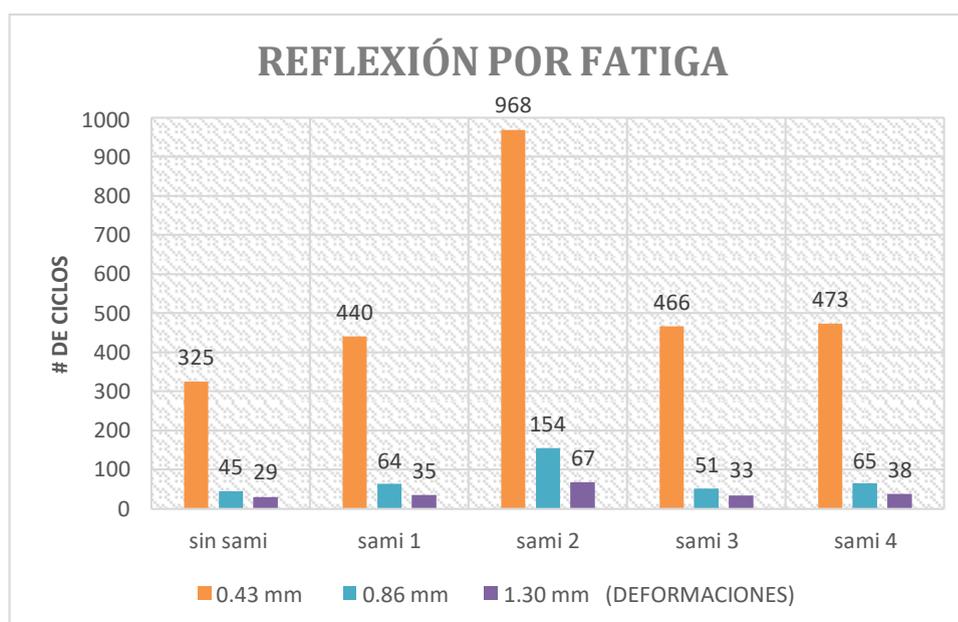
Fuente: Forero Ana, 2012.

Considerando que los niveles de daños son los siguientes:

Bajo: Desplazamiento menor a 3mm.

Medio: Desplazamiento entre 3mm y 25 mm.

Alto: Desplazamiento mayores a 25 mm.



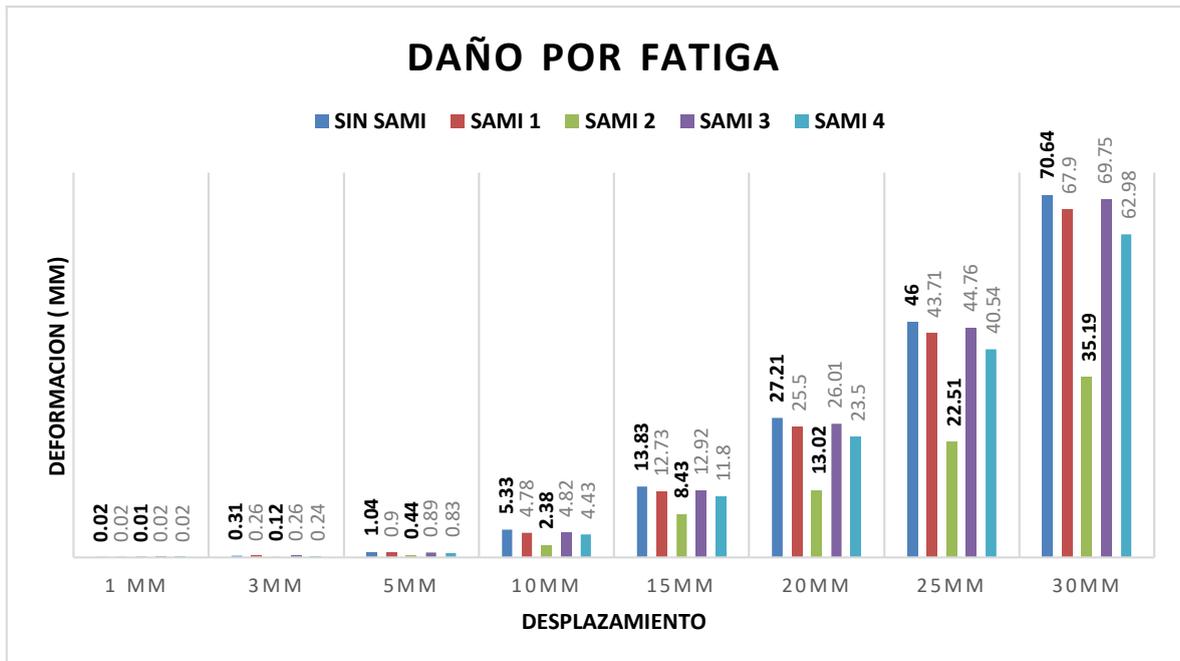
**Grafico 7.** Reflexión de fatiga

Fuente: Elaboración propia

Observando el grafico N°7, La muestra S.A.M.I 2 reforzada con geomalla fibra de vidrio, muestra tener más capacidad de soporte a las deformaciones que otros tipos de refuerzos al asfalto.

Comparando a la muestra Sin sami (asfalto convencional) soporte 325 ciclos para tener una deformación de 0.43 mm vs S.A.M.I 2 reforzada con geomalla de fibra de

vidrio, soporto 968 número de ciclos para que aparezca una deformación de 0.43 mm en la superficie de la muestra, demostrando ser más eficiente al daño de la fatiga proporcionando más durabilidad y funcionabilidad al pavimento flexible.



**Gráfico 8.** Reflexión de fatiga

Fuente: Elaboración propia

Observando el gráfico N°8, La muestra S.A.M.I 2 reforzada con geomalla fibra de vidrio, a más desplazamiento tiene una menor deformación en la superficie, es decir que la aplicación de la geomalla con el asfalto convencional aumenta su resistencia a la fatiga del pavimento.

Comparando a la muestra SIN S.A.M.I (asfalto convencional sin ningún tipo de refuerzo) que obtuvo con un desplazamiento máximo de 30 mm tuvo una deformación de 70.64 mm a diferencia del S.A.M.I 2 solo obtuvo 35.19 mm con el mismo desplazamiento, es decir que la geomalla ayuda a alargar la vida útil del pavimento flexible.

Utilizando los productos utilizados por los Tesistas, realizaremos un presupuesto para dicha rehabilitación para hacer un costo beneficio, donde colocaremos los precios actuales de Perú y analizaremos cada uno de los costos de mano de obra, material y equipos, para encontrar el grado de factibilidad del proyecto en nuestro país.

**Tabla 12 Presupuesto**

<b>PRESUPUESTO DE REHABILITACION PAVIMENTO FLEXIBLE PARA UN AÑO</b>				
DESCRIPCION	SAMI 1	SAMI 2	SAMI 3	SAMI 4
<b>MANO DE OBRA</b>				
5 AYUDANTES	S/ 400.00	S/ 400.00	S/ 400.00	S/ 400.00
<b>MATERIALES</b>				
ASFALTO CAUCHO	S/ 10,000.00	S/ 10,000.00	S/ 10,000.00	S/ 10,000.00
EMULSION ASFALTICA	S/ -	S/ 1,683.00	S/ 1,683.00	S/ 1,683.00
GEOMALLA FIBRA DE VIDRIO PAVCO R- 100	S/ -	S/ 42,340.00	S/ -	S/ -
GEOTEXTIL NO TEJIDO PAVCO - NT 1800	S/ -	S/ -	S/ 26,280.00	S/ -
GEOTEXTIL NO TEJIDO PAVCO - REPAV 450	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 35,040.00
<b>EQUIPOS</b>				
COMPACTADOR NEUMATICO	S/ 120.00	S/ 120.00	S/ 120.00	S/ 120.00
<b>TOTAL PARCIAL</b>	<b>S/ 10,520.00</b>	<b>S/ 54,543.00</b>	<b>S/ 38,483.00</b>	<b>S/ 47,243.00</b>

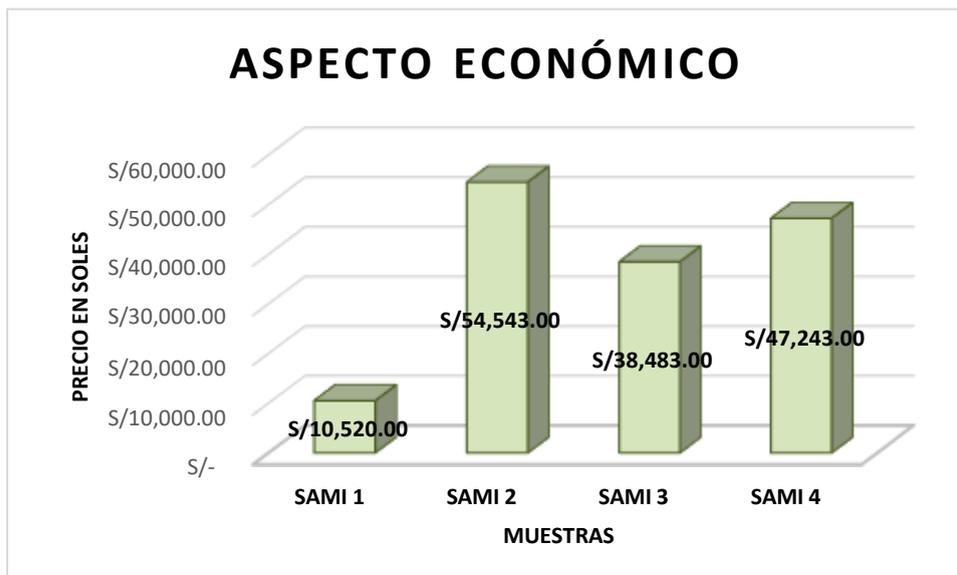
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13 Presupuesto**

<b>PRESUPUESTO DE REHABILITACION PAVIMENTO FLEXIBLE PARA 20 AÑOS</b>		
DESCRIPCION	SAMI 1	SAMI 2
<b>MANO DE OBRA</b>		
5 AYUDANTES	S/ 8,000.00	S/ 400.00
<b>MATERIALES</b>		
ASFALTO CAUCHO	S/ 200,000.00	S/ 10,000.00
EMULSION ASFALTICA	S/ -	S/ 1,683.00
GEOMALLA FIBRA DE VIDRIO PAVCO R- 100	S/ -	S/ 42,340.00
<b>EQUIPOS</b>		
COMPACTADOR NEUMATICO	S/ 2,400.00	S/ 120.00
<b>TOTAL PARCIAL</b>	<b>S/ 210,400.00</b>	<b>S/ 54,543.00</b>

Fuente: Elaboración propia

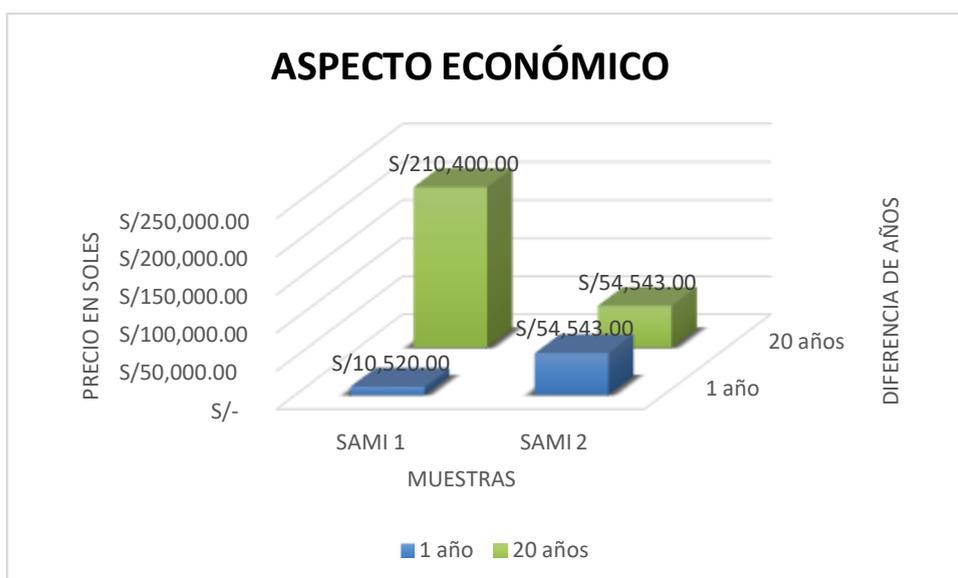
Este presupuesto se rige siempre y cuando se realice un mantenimiento o rehabilitación anualmente.



**Gráfico 9.** Resultado de aspecto económico para 1 año

Fuente: Elaboración propia

Observando el gráfico N°9, logramos observar la diferencia de costos entre una rehabilitación de asfalto convencional tendría un costo aproximadamente de S/. 10,520.00 soles a diferencia de un asfalto incorporado la geomalla de fibra de vidrio su costo es aproximadamente de S/. 54,543.00 soles casi 4 veces más el costo de la rehabilitación con asfalto convencional.



**Gráfico 10.** Resultado de aspecto económico para 20 años

Fuente: Elaboración propia

Observando el grafico N°10, logramos observar la diferencia de costos para un pavimento con asfalto convencional SIN S.A.M.I que a través del tiempo se incrementa su costo de rehabilitación o mantenimiento aumentando hasta 19 veces de su costo inicial en 20 años siendo s/. 210,400.00, a diferencia de S.A.M.I 2 que tiene incorporado la geomalla de fibra de vidrio este sigue manteniendo el mismo costo de rehabilitación de s/. 54,543.00 soles reduciendo un 74 % del costo final de un pavimento convencional sin refuerzo.

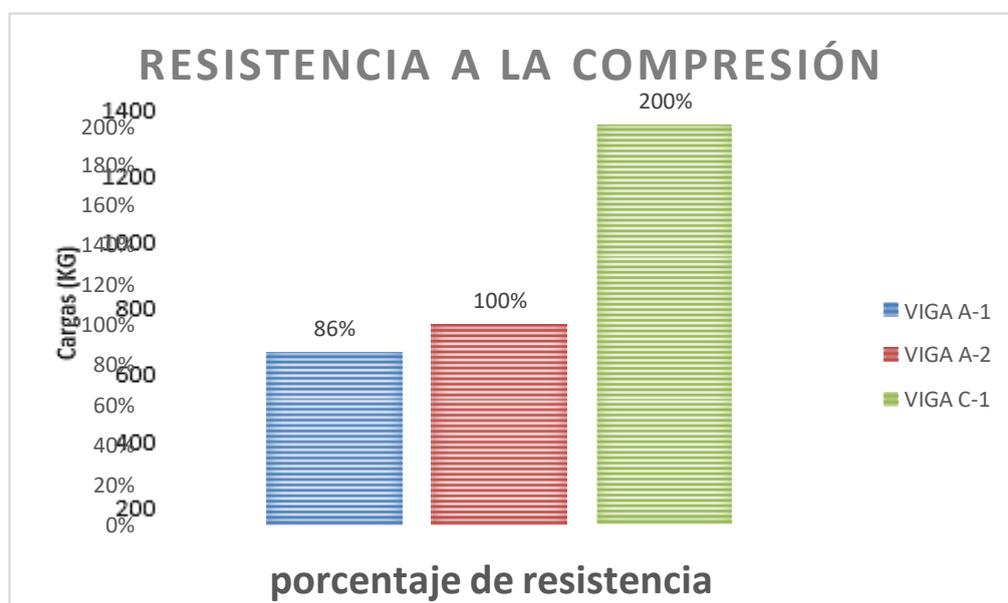
Según Sencico en su norma CE.010 de pavimentos urbanos nos indica que los mantenimientos de los pavimentos se realizan a partir de un año de su elaboración teniendo mantenimiento recurrente una vez al año, pero actualmente esos pavimentos tienen más mantenimientos y rehabilitaciones debido a los factores de la carga vehicular, crecimiento poblacional y cambios climáticos o la mala elaboración del proceso constructivo.

Donde cada rehabilitación o mantenimiento anualmente va aumentando hasta 4 veces al año y de esa manera se va incrementando el valor de gasto según el transcurrir el tiempo, Gastando hasta 4 veces más del costo inicial anualmente.

Utilizando la geomalla de fibra de vidrio reduciremos los costos de mantenimiento y directamente proporcional aumenta la vida útil del pavimento , proporcionando beneficios de costo , donde solo se realizara mantenimientos rutinarios , que son barrido , limpieza y mantenimiento de señalización , retardando hasta 18 veces según el manual de pavco geo sintéticos mantenimiento de categoría alta como mantenimientos recurrentes , periódicos o hasta otra rehabilitación de dicho pavimento. Siendo la opción más económica factible a través del tiempo .

## V. DISCUSIÓN

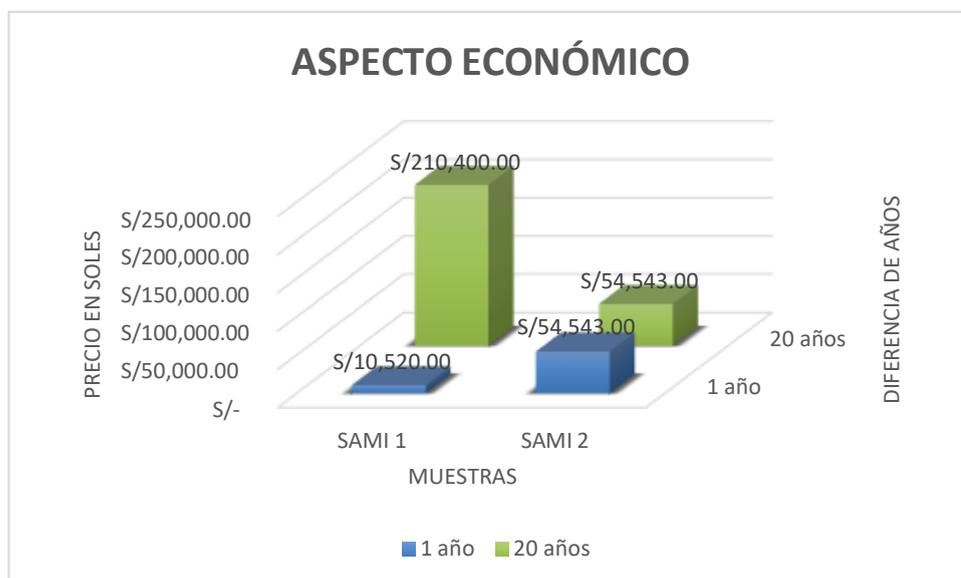
Para Miranda (2019), en su tesis para optar el grado de maestro en transportes y conservación vial, titulada “Diseño de una base granular reforzada con geomalla biaxial , para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo Tayabamba – ongón , provincia de pataz – La libertad” logro determinar que la geomalla genera una frontera que no permite la mezcla de las capas adyacentes de material en un pavimento , aumentando su vida útil , además logra disipar de mejor forma los esfuerzos provocados por las cargas superficiales , repartiendo el mismo en una área mayor y que la geomalla provee de una capacidad de resistencia que se suma a la capacidad del suelo, donde concuerdo con el autor según los ensayos **de resistencia a la compresión** se determina que la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio logra incrementar a 100% la resistencia a la compresión a diferencia de un espécimen con asfalto convencional sin refuerzo obteniendo 200% de efectividad comportándose una capa aisladora de esfuerzos hacia sus capas inferiores., donde lo visualizaremos en el siguiente grafico n° 2 .



Siendo la viga c-1 con refuerzo de geomalla de fibra de vidrio, y la viga A- 1, A-2 asfalto convencional sin ningún tipo de refuerzo.

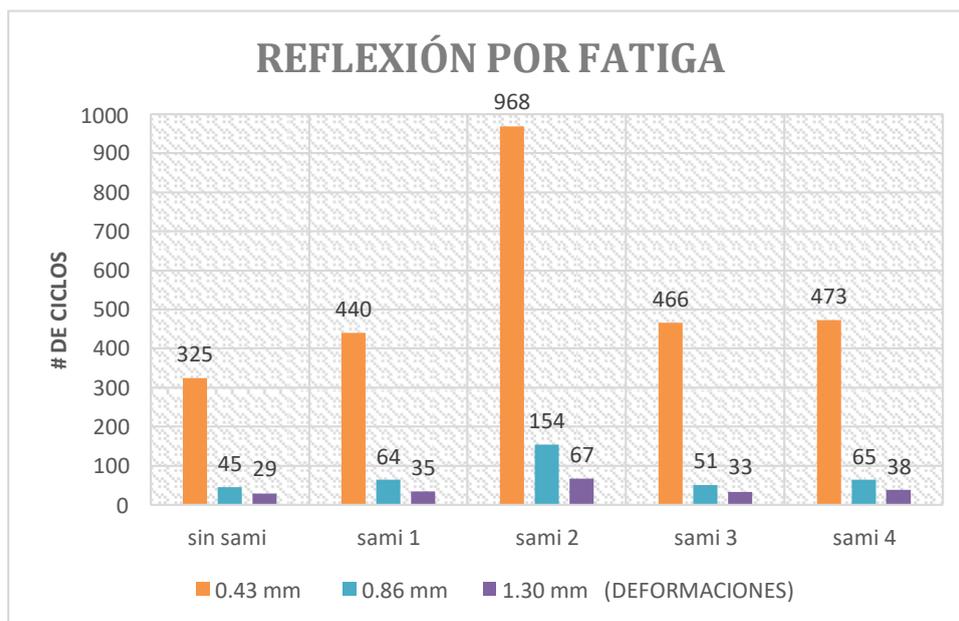
Para Jordán y Suarez (2017), en su tesis para optar el título de ingeniero civil , titulada “Diseño de pavimentos flexibles con el uso de geosintéticos como refuerzo aplicando en las vías de acceso a la ciudadela la milina del canton salinas” de la Universidad estatal - Península de Santa Elena (Ecuador) logro determinar que para un diseño de pavimento flexible con refuerzo de geomalla tipo A P-BXX11 ocasiono una mejora significativa de la capacidad portante del suelo blando y de la resistencia de las diferentes capas del pavimento flexible , donde comparo **en aspecto económico** un dis}

ño con pavimento convencional sin refuerzo y otra con refuerzo de geomalla donde redujo 24 % del presupuesto inicial así mismo fue su alternativa más económicamente viable. Donde concuerdo con los autores haciendo un análisis de costo beneficio atraves del tiempo, para 20 años con el costo inicial se refleja que un pavimento convencional aumenta hasta 19 veces su costo inicial siendo s/. 210,400.00 soles a diferencia de uno incorporado la fibra de vidrio sigue manteniendo su costo inicial de S/. 54543.00 soles reduciendo un 74% del costo final del pavimento convencional, donde lo visualizaremos en el grafico n° 10



Siendo S.A.M.I 2 con refuerzo de geomalla de fibra de vidrio, Y S.A.M.I 1 asfalto convencional sin ningún tipo de refuerzo.

Para Arévalo (2016), en su tesis para optar el título de ingeniero civil , titulada “Utilización de la geomalla biaxial en diseño de pavimento flexible de la carretera Pedro Carbo – La estacada” de la Universidad de Guayaquil – Ecuador logro determinar que la utilización de la geomalla incremento las propiedades mecánicas y aumento significativamente **la resistencia a la flexión** del pavimento flexible así mismo evita el la contaminación de las bases granulares comportándose como una capa aisladora ,proporcionando durabilidad y funcionalidad en la vía , la cual concuerdo con el autor según los ensayos realizados al espécimen S.A.M.I 2 reforzado con fibra de vidrio demostró tener más capacidad de soporte a las deformaciones que otros tipos de refuerzos con asfalto , así mismo el sami 2 soporto 968 ciclos para obtener una deformación en la superficie de 0.43 mm , demostrando ser más eficiente al daño de fatiga proporcionando más durabilidad al pavimento flexible., donde lo visualizaremos en el grafico n° 7



Siendo S.A.M.I 2 con refuerzo de geomalla de fibra de vidrio, y SIN S.A.M.I asfalto convencional sin ningún tipo de refuerzo.

Vargas, Moncayo, et al (2017), en su artículo científico titulado “**La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles**”, de la Universidad Autónoma de Yucatán México, **concluyeron** que la geomalla genera una frontera que no permite la mezcla de las capas adyacentes de material en un pavimento , aumentando de su vida útil , además logra disipar de mejor forma los esfuerzos provocados por las cargas superficiales , repartiendo el mismo en un área mayor y también la geomalla provee de una capacidad de resistencia que se suma de a la capacidad del suelo .De esa manera la cargas superficiales de tráfico se convierten en esfuerzos en las capas interiores del pavimento y que estos deben de ser asimilados por la estructura , de esta manera recomiendan que el uso de la geomalla es un elemento de última generación , con un entramado plástico se logra varios beneficios para la estructura del pavimento , la cual concuerdo con el autor ya que según los ensayos realizados se observa que la geomalla de fibra de vidrio redujo la aparición de agrietamientos y directamente fue aumentando su vida útil al pavimento comportándose como una capa aisladora por su alto módulo de elasticidad y bajas elongaciones donde retarda hasta 18 veces más a la propagación de fisuras en el pavimento y soportando 12 veces más el número de cargas a diferencia de un pavimento sin ningún tipo de refuerzo.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que al incorporar la geomalla de fibra de vidrio reduciremos significativamente los costos de mantenimiento y directamente proporcional aumentará la vida útil del pavimento, donde la geomalla de fibra de vidrio retarda 4 veces más a la aparición de grietas a la superficie del pavimento, en la cual solo se realizará mantenimientos rutinarios como: barrido , limpieza y mantenimiento de señalización , retardando así hasta 12 veces la frecuencia de mantenimiento según el manual de Pavco geo sintéticos ,siendo la opción más económica factible a través del tiempo
2. El refuerzo del pavimento flexible es uno de puntos más importantes ya que la geomalla refuerza la capa asfáltica por su alta resistencia a la tensión biaxial y baja elongación, donde la adherencia de esta malla absorbe el esfuerzo a la tensión y lo distribuye homogéneamente en la superficie aplicada reduciendo significativamente la aparición de fisuras y posibles agrietamientos, donde un asfalto convencional soporto una máxima capacidad de carga de 700 kg y un asfalto con geomalla de fibra de vidrio soporto el 2 veces la capacidad de un asfalto convencional es decir 1400 kg , teniendo mayor capacidad de soporte debido que la geomalla de fibra de vidrio trabaja como un refuerzo entre las capas de asfalto.  
Se ha logrado determinar que la incorporación de geomalla de fibra de vidrio entre las capas de asfalto aumenta significativamente la **resistencia a la compresión** en 100 % a diferencia de un asfalto convencional sin ningún tipo de refuerzo, elevando las cargas iniciales de 700 kg en el asfalto convencional a 1400 kg en el asfalto reforzado, obteniendo un 200% de efectividad comportándose como una capa aisladora de esfuerzos.
3. Se concluye que la **resistencia a la flexión** en el pavimento flexible reforzado con geomalla de fibra de vidrio, tiene un óptimo desempeño retardando 643 veces el número de ciclo hasta llegar a la falla del pavimento, siendo representado en la capacidad de soporte a las deformaciones donde inicialmente un asfalto convencional soporta 325 ciclos para tener una

deformación de 0.43 mm y un asfalto reforzado con 968 ciclo para llegar a la misma falla alargando la vida útil del pavimento. De esa misma manera se determinó que un asfalto reforzado con geomalla de fibra de vidrio es más eficiente retardando las propagaciones de fisuras manteniendo la misma longitud inicial al pasar el peso de los ciclos, donde a mas ciclos aplicaron solo tuvo un agrietamiento de 2.2 cm a diferencia de un asfalto sin refuerzo que comenzó con una longitud de 2 cm propagándose hasta llegar 7 cm siendo su mayor propagación de fisuras.

4. Se concluye que la un asfalto reforzado con geomalla de fibra de vidrio reduce significativamente la **aparición de grietas** en el pavimento flexible a diferencia de un asfalto convencional debido que le aplicaron carga máxima de 1400 kg de manera descendente y solo apareció una grieta aislada a los 10 segundos de la carga máxima , pudiendo a llegar a fallar de una manera temprana , pero se comportó de una manera diferente debido a su alto módulo de elasticidad .
5. Se concluye que el costo inicial de la aplicación de la geomalla de fibra de vidrio es 4 veces más el costo inicial de un pavimento sin refuerzo siendo de S/. 54,543.00 a diferencia de un pavimento de asfalto convencional sin refuerzo que solo es S/. 10,520.00.
6. Se Concluye que la aplicación de geomalla tiende a ser la opción **más económica factible** a través del tiempo, haciendo un análisis a través de los 20 años, reflejando que un pavimento con asfalto convencional sin ningún tipo de refuerzo teniendo una rehabilitación o mantenimiento de grado alto atraves de esos años aumenta hasta 19 veces el costo inicial siendo s/.210,400.00 a diferencia de un pavimento de asfalto convencional reforzado con geomalla de fibra de vidrio este sigue manteniendo el mismo costo inicial de s/. 54,543.00 debido que esta aplicación se realiza solo 1 sola vez de esta manera reduciendo un 74 % del costo final de un pavimento convencional sin refuerzo

## VII. RECOMENDACIONES

1. Principalmente se recomienda el uso de la geomalla fibra de vidrio en rehabilitaciones de pavimentos flexibles donde se ha tenido resultados favorables al aumentar significativamente la resistencia a la tracción de la carpeta asfáltica bajo una carga vertical, de manera que ha logrado distribuirse homogéneamente ante esfuerzos horizontales controlando el agrietamiento por reflexión y deformaciones plásticas, donde estaremos asegurando y prolongando la vida útil del pavimento.
2. Se recomienda el uso por su fácil aplicación y por la óptima adherencia en la carpeta asfáltica, así mismo porque se ha logrado incrementar la vida útil del pavimento de manera que se reduce el periodo de mantenimiento de la vía.
3. Se recomienda que al momento de evaluar y supervisar la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio para la rehabilitación del pavimento flexible, está se encuentre completamente sellada con emulsión asfáltica con la finalidad de crear una mejor adherencia entre capas, además de esta manera estaremos asegurando que se mejoren las propiedades de la carpeta asfáltica y tenga un mejor desempeño en su periodo de vida.
4. Para futuras investigaciones recomiendo que se continúe el estudio respecto a la fibra de vidrio en sus diversas aplicaciones y presentaciones, teniendo en cuenta distintos ambientes climatológicos y cambios bruscos de temperatura.

## REFERENCIAS

BONO, Roser. Diseño cuasi-experimental y longitudinal [en línea]. España: Universidad de Barcelona., 2012 [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2019].

Disponible:<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>

CABALLERO, Erick. Utilización de la geomalla como refuerzo de la estructura del pavimento flexible. Tesis (Obtener el título de ingeniero civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 168 pp.

GEOMALLA fibra de vidrio [Blogs en línea]. Lima: Pavco wavin [s.l.]. [Fecha de consulta: 5 de setiembre de 2019]. Recuperado de: <https://pavcogeosinteticos.com/geomalla-fibra-de-vidrio/>

HERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria. Metodología de la investigación. Editorial Mc Graw Hill, 2014. 634 pp  
ISBN:978-1-4562-2396-0

GARNICA, Paul, RICO, Alfonso y TÉLLEZ, Rodolfo. Pavimentos flexibles. Problemática, metodologías de diseño y tendencias [en línea]. México: Sanfandila., 1998 [fecha de consulta: 10 de setiembre de 2019].

Disponible en:  
<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt104.pdf>  
ISSN: 0188-7297

GAMBOA, Chicchon. Cálculo del Índice de Condición Aplicado en Pavimento Flexible en la Av. Palmeras Piura. Piura: Universidad de Piura, 2009.

GEOMALLA fibra de vidrio [Blogs en línea]. Lima: Pavco wavin [s.l.]. [Fecha de consulta: 14 de junio de 2020]. Recuperado de:

<https://pavcogeosinteticos.com/geomalla-fibra-de-vidrio/>

MARCHAN, Rufino. Métodos de rehabilitación en pavimentos. Tesis (obtener título de ingeniero civil). México: Instituto politécnico Nacional, Escuela superior de Ingeniería y arquitectura, 2005. 147 pp.

*Manual de carreteas mantenimiento o conservación vial* [en línea].Lima: biblioteca nacional del Perú. [Fecha de consulta: 05 de setiembre de 2019]. Disponible en [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC% 20 NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_9%20MCV-2014\\_2016.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf)

MANUAL DE CARRETERAS (Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013), MTC. 2013.

MANUAL DE TERMINOS EN INVESTIGACION CIENTIFICA, TECNOLOGICA Y HUMANISTA, editorial Business, Perú, Lima 2018[fecha de consulta: 28 de junio de 2020].

ISBN : 978-612-47351-4-1

*Manual de carreteas suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [en línea].Lima: biblioteca nacional del Perú. [Fecha de consulta: 05 de setiembre de 2019].

Disponible en [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

*Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito* [en línea].Lima: Tarea asociación gráfica educativa. [Fecha de consulta: 10 de setiembre de 2019].

Disponible en <https://es.slideshare.net/cinthianoelygonzalesronquillo/manual-de-diseo-de-pavimentos>

MIRANDA, Eddy. Diseño de una base granular reforzada con geomalla biaxial; para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo tayabamba-ongon, provincia de Pataz, la Libertad. Tesis (Maestro en transportes y conservación vial).Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela de postgrado, 2019. 94 pp.

MECA, Rubén [et al.]. Sistemas anti-reflexión de fisuras en firmes bituminosos de carreteras [en línea].España: plataforma tecnológica española de la carretera., 2016 [fecha de consulta: 04 de setiembre de 2019]. Disponible en: [https://www.ptcarretera.es/wp-content/uploads/2017/07/03\\_UGR\\_CT-2015\\_Final.pdf](https://www.ptcarretera.es/wp-content/uploads/2017/07/03_UGR_CT-2015_Final.pdf)  
ISBN: 9788469721681

Morles, V. (2011). Guía para la elaboración y evaluación de proyectos de investigación. Revista de pedagogía, 32(91), 131-146.  
Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/659/65926549008.pdf>

NORMA C.E.0.10 PAVIMENTOS URBANOS. Reglamento Nacional de Edificaciones, Servicio Nacional de capacitación para la industria de la construcción-Sensico. Marzo 2010  
ISBN: 978-9972-9433-5-5

NUÑEZ, Anselmo. Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de geo-sintéticos. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería civil y arquitectura, 2016. 255 pp.

*La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú* [en línea]. Perú: Universidad Ricardo palma [Fecha de consulta: 20 de setiembre de 2019]. Disponible en [https://doi.org/10.31381/perfiles\\_ingenieria.v2i11.402](https://doi.org/10.31381/perfiles_ingenieria.v2i11.402)

LIZÁRRAGA, José. Diseño y construcción de pavimentos flexibles aplicando geomallas de polipropileno como sistema de reforzamiento estructural. Tesis (Maestro en Ingeniería). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela de postgrado, 2013. 200pp.

OROZCO, Juan [et al]. Sistema de evaluación de pavimentos [en línea]. México: Sanfandila., 2004 [fecha de consulta: 25 de setiembre de 2019].

Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt245.pdf>  
ISSN: 0188 – 7297

PADILLA, Alejandro. Deformaciones plásticas en capas de rodadura de pavimentos asfálticos [en línea]. España: Universidad Politécnica de Cataluña., 2015 [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3334/34065-15.pdf?sequence=15&isAllowed=y>

PAVIMENTACIÓN y repavimentación [Blogs en línea]. Lima: Pavco wavin [s.l.]. [Fecha de consulta: 5 de setiembre de 2019]. Recuperado de: <https://pavcogeosinteticos.com/pavimentacion-y-repavimentacion/>

REHABILITACIÓN de pavimentos [Blogs en línea]. Lima: Tencate Geosynthetics [s.l.]. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Recuperado de: <https://www.tencategeo.us/es-la/company/about-us>

*Pavimentos: texto guía* [en línea]. Bolivia: Universidad Mayor de San Simón. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2019]. Disponible en <https://es.slideshare.net/andresricog/libro-de-pavimentos>

RAMIREZ, Mijael. La geogrilla de fibra de vidrio, en el marco de la mecánica de materiales, como alternativa para la reparación de pavimentos. Tesis (Título profesional en Ingeniería civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, 2013. 223 pp.

VILLEGAS, Darwin. Diseño del pavimento asfáltico utilizando geomallas de fibra de vidrio en urbanización el Ingeniero I, Chiclayo. Tesis (obtener título profesional de Ingeniería civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019. 46 pp.

VARGAS, Jiménez [et al.]. La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles [en línea]. Ecuador: Universidad autónoma de Yucatán., 2017 [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46752305006.pdf>  
ISSN: 1665-829X

VASQUEZ, Valera. Ingeniería de Pavimentos Manizales. INGEPAV. Colombia, 2002. 50 pp.

VASQUEZ, Valera. Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, Manizales Colombia :Universidad Nacional de Colombia, 2006 .4 pp.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

Matriz de consistència						
Título: “Rehabilitación del pavimento flexible utilizando como refuerzo la geomalla de fibra de vidrio en la av. Coronel Inclán distrito de San Juan de Miraflores 2019”						
Autor: Donaires Medina Rosa Andrea						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores			Tipo y diseño de investigación
<p><b>General</b> ¿De qué manera la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio rehabilitara el pavimento flexible en la av. Coronel Inclán distrito de san juan de Miraflores – 2019?</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>- ¿De qué manera la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio reforzara el pavimento flexible en la av. Coronel Inclán distrito de san juan de Miraflores – 2019?</p> <p>- ¿De qué manera la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio aumentara la resistencia a la compresión al pavimento flexible en la av. Coronel Inclán distrito de san juan de Miraflores – 2019?</p> <p>- ¿De qué manera la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio que aumentara la resistencia a la flexión al pavimento flexible en la av. Coronel Inclán distrito de san juan de Miraflores – 2019?</p> <p>- ¿De qué manera la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio que sea la opción más económica para la rehabilitación del pavimento flexible en la av. Coronel Inclán distrito de san juan de Miraflores – 2019?</p>	<p><b>General</b> Evaluar la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio para la rehabilitación del pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores - 2019.</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>- Evaluar la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio para reforzar el pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores – 2019</p> <p>- Evaluar la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio que aumentara la resistencia a la compresión al pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de Miraflores – 2019</p> <p>- Evaluar la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio que aumentara la resistencia a la flexión al pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores – 2019</p> <p>- Evaluar la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio que sea la opción más económica para la rehabilitación del pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores – 2019.</p>	<p><b>General</b> La incorporación de la geomalla de fibra de vidrio influye de manera positiva en la rehabilitación del pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores - 2019.</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>- La incorporación de la geomalla de fibra de vidrio influye de manera positiva al reforzamiento del pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores - 2019.</p> <p>-La incorporación de la geomalla de fibra de vidrio influye de manera positiva al aumento de resistencia a la compresión al pavimento flexible en la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores - 2019.</p> <p>-La incorporación de la geomalla de fibra de vidrio influye de manera positiva al aumento de resistencia a la flexión al pavimento flexible de la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores - 2019.</p> <p>- La incorporación de la geomalla de fibra de vidrio influye de manera positiva en la economía para la rehabilitación del pavimento flexible de la av. Coronel Inclán del distrito de san juan de Miraflores - 2019.</p>	<b>VARIABLE 1 : Geomalla de fibra de vidrio</b>			<p><b>Método:</b> Científico <b>Tipo:</b> Aplicada <b>Nivel:</b> Correlacional - causal. <b>Diseño:</b> No experimental - Corte transversal <b>Población:</b> Todos los ensayos realizados a la incorporación de la geomalla de fibra de vidrio al pavimento flexible. <b>Muestra:</b> ensayos de resistencia a compresión y ensayos de resistencia a flexión. <b>Técnica:</b> Análisis Documental. <b>Instrumento:</b> Ficha de recolección de datos.</p>
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	
			Incorporación de geomalla de fibra de vidrio	Incorporación de geomalla de fibra de vidrio R-50		
			Incorporación de geomalla de fibra de vidrio	incorporación de geomalla de fibra de vidrio R-100		
			<b>VARIABLE 2 : Rehabilitación del pavimento flexible.</b>			
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	
			Propagación de fisuras y deformaciones	Fisuras longitudinales y transversales	Ensayo de Carga cíclica	
			Comportamiento mecánico del pavimento flexible	Resistencia a la compresión	Ensayo de Carga cíclica	
				Resistencia a la flexión	Ensayo de fatiga por reflexión	
			Aspecto económico	Análisis de precios de un asfalto convencional vs asfalto incorporado fibra de vidrio	Presupuesto	

#### Anexo 4. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO</b>	Pavco nos dice : Las geomallas de fibra de vidrio con geomallas flexibles con resistencia en ambas direcciones , que se utilizan para controlar agrietamientos por flexión , fatigas , deformación plásticas , poseen un recubrimiento bituminoso asfáltico que garantiza la correcta adhesión de geomalla al asfalto	En este proyecto daremos una posible solución al problema muy común de los pavimentos flexibles, con la utilización de la geomalla de fibra de vidrio las cuales mejoraran las propiedades del asfalto al este incorporarse, así mismo tomaremos en cuenta las bases teóricas y antecedentes para elaborar el proyecto.	Incorporación de la geomalla de fibra de vidrio	Kg	Razón
			- Incorporación de la geomalla de fibra de vidrio	Kg	Razón
<b>REHABILITACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE</b>	Según el MTC: Es el proceso por medio del cual la estructura del pavimento es restaurada a su condición original de soporte.		Propagación de fisuras y deformaciones	Cm	Razón
			Comportamiento mecánico del pavimento flexible	Kg/cm <sup>2</sup>	Razón
			Aspecto económico	Presupuesto	Razón

## Anexo 5. Instrumento de recolección de datos

MATRIZ DE VALIDACION DE INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS																																																	
TITULO DE INVESTIGACION : REHABILITACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO COMO REFUERZO LA GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN LA AV. CORONEL INCLAN DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES - 2019																																																	
INVESTIGADOR: DONAIRES MEDINA ROSA ANDREA																																																	
EXPERTO :																																																	
<b>GUIA DE OBSERVACION</b> UBICACIÓN: _____ FECHA: _____ NUMERO DE MUESTREO: _____ MUESTRA: _____															<b>OPINION DEL EXPERTO</b>																																		
															SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACION / SUGERENCIA																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>codigo</th> <th>tipos de fallas en el pavimento flexible</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>→ Fiel de cocodrilo</td></tr> <tr><td>2</td><td>→ Exudacion</td></tr> <tr><td>3</td><td>→ agrietamiento en bloque</td></tr> <tr><td>4</td><td>→ abultamiento y hundimiento</td></tr> <tr><td>5</td><td>→ corrugacion</td></tr> <tr><td>6</td><td>→ depresion</td></tr> <tr><td>7</td><td>→ grieta de borde</td></tr> <tr><td>8</td><td>→ grieta de reflexion de junta</td></tr> <tr><td>9</td><td>→ desnivel carril</td></tr> <tr><td>10</td><td>→ grietas longitudinales y transversales</td></tr> </tbody> </table>		codigo	tipos de fallas en el pavimento flexible	1	→ Fiel de cocodrilo	2	→ Exudacion	3	→ agrietamiento en bloque	4	→ abultamiento y hundimiento	5	→ corrugacion	6	→ depresion	7	→ grieta de borde	8	→ grieta de reflexion de junta	9	→ desnivel carril	10	→ grietas longitudinales y transversales	<table border="1"> <thead> <tr> <th>codigo</th> <th>tipos de fallas en el pavimento flexible</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11</td><td>→ parcheo</td></tr> <tr><td>12</td><td>→ pulimento de agregados</td></tr> <tr><td>13</td><td>→ huecos</td></tr> <tr><td>14</td><td>→ crece de via ferrea</td></tr> <tr><td>15</td><td>→ ahullamiento</td></tr> <tr><td>16</td><td>→ desplazamiento</td></tr> <tr><td>17</td><td>→ grieta parabolica</td></tr> <tr><td>18</td><td>→ hinchamiento</td></tr> <tr><td>19</td><td>→ desprendimiento de agregados</td></tr> </tbody> </table>		codigo	tipos de fallas en el pavimento flexible	11	→ parcheo	12	→ pulimento de agregados	13	→ huecos	14	→ crece de via ferrea	15	→ ahullamiento	16	→ desplazamiento	17	→ grieta parabolica	18	→ hinchamiento	19	→ desprendimiento de agregados				
codigo	tipos de fallas en el pavimento flexible																																																
1	→ Fiel de cocodrilo																																																
2	→ Exudacion																																																
3	→ agrietamiento en bloque																																																
4	→ abultamiento y hundimiento																																																
5	→ corrugacion																																																
6	→ depresion																																																
7	→ grieta de borde																																																
8	→ grieta de reflexion de junta																																																
9	→ desnivel carril																																																
10	→ grietas longitudinales y transversales																																																
codigo	tipos de fallas en el pavimento flexible																																																
11	→ parcheo																																																
12	→ pulimento de agregados																																																
13	→ huecos																																																
14	→ crece de via ferrea																																																
15	→ ahullamiento																																																
16	→ desplazamiento																																																
17	→ grieta parabolica																																																
18	→ hinchamiento																																																
19	→ desprendimiento de agregados																																																
CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	UBIC. INICIO DISTANCIA	UBIC.FIN DISTANCIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	DENSIDAD	VR																																	
FIRMA DEL EXPERTO :											FECHA:																																						

FICHA TECNICA DE VALIDACION DE ENSAYOS DE PAVIMENTO ASFALTICO					
<b>PROYECTO:</b>	REHABILITACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO COMO REFUERZO LA GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN LA AV. CORONEL INCLAN DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES - 2019				VALIDACION
<b>AUTOR:</b>	ROSA ANDREA DONAIRES MEDINA				
INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO					
<b>UBICACIÓN</b>	AV. CORONEL INCLAN		<b>PROVINCIA</b>	LIMA	
<b>DISTRITO</b>	SAN JUAN DE MIRAFLORES		<b>DEPARTAMENTO</b>	LIMA	
<b>PAVIMENTO ASFALTICO CONVENCIONAL</b>					
<b>ENSAYO</b>	<b>NUMERO DE MUESTRAS</b>	<b>PARAMETROS DE ESTUDIO</b>	<b>NORMAS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	
ENSAYO DE CARGA CICLICA	1	FISURAS TRANSVERSALES / FISURAS LONGITUDINALES DE ASFALTO CONVENCIONAL	AASHTO T-32114	CM	
ENSAYO DE CARGA CICLICA	4	RESISTENCIA ALA COMPRESION	ASTM D1559	KG	
ENSAYO DE FATIGA POR REFLEXION	4	RESISTENCIA ALA FLEXION	ASTM D1559	KN	
PRESUPUESTO	4	ASPECTO ECONOMICO			
<b>PAVIMENTO ASFALTICO INCORPORADO LA GEOMALLA FIBRA DE VIDRIO</b>					
<b>ENSAYO</b>	<b>NUMERO DE MUESTRAS</b>	<b>PARAMETROS DE ESTUDIO</b>	<b>NORMAS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	
VIDA DE FATIGA	1	FISURAS TRANSVERSALES / FISURAS LONGITUDINALES DE ASFALTO CONVENCIONAL	AASHTO T-32114	CM	
ENSAYO DE DEFORMACIONES PLASTICAS	4	RESISTENCIA ALA COMPRESION	ASTM D1559	KG	
ESTABILIDAD MARSHAL	4	RESISTENCIA ALA FLEXION	ASTM D1559	KG	
DETERMINACION DE LA DEFORMACION	4	ASPECTO ECONOMICO			
<b>PROMEDIO DE VALIDACION DE EXPERTO</b>					
<b>OTA : SEGUIR LOS SIGUIENTES CRITERIOS DE EVALUACION DE VALIDACION</b>			<b>DATOS GENERALES DEL EXPERTO</b>		
<b>RANGOS</b>	<b>CONFIABILIDAD / MAGNITUD</b>	<b>NOMBRE Y APELLIDOS :</b>			
0.81- 1.00	MUY ALTA				
0.61-0.80	ALTA	<b>REGISTRO CIP:</b>			
0.41-0.60	MODERADA				
0.21-0.40	BAJA	<b>CORREO:</b>			
0.01-0.20	MUY BAJA				
<b>FUENTE: (HERNANDEZ ET AL.,2006)</b>		<b>TELEFONO:</b>		<b>FIRMA DEL EXPERTO EVALUADOR</b>	
<b>ELABORADO POR : ROSA ANDREA DONAIRES MEDINA</b>					

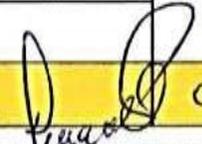
## Anexo 6. Validaciones de instrumentos

FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE PAVIMENTO ASFALTICO					
PROYECTO:	REHABILITACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO COMO REFUERZO LA GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN LA AV. CORONEL INCLAN DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES - 2019				VALIDACION
AUTOR:	ROSA ANDREA DONAIRES MEDINA				
INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO					
UBICACIÓN	AV. CORONEL INCLAN	PROVINCIA	LIMA	0.90	
DISTRITO	SAN JUAN DE MIRAFLORES	DEPARTAMENTO	LIMA		
<b>PAVIMENTO ASFALTICO CONVENCIONAL</b>					
ENSAYO	NUMERO DE MUESTRAS	PARAMETROS DE ESTUDIO	NORMAS	UNIDAD DE MEDIDA	0.82
ENSAYO DE CARGA CICLICA	1	FISURAS TRANSVERSALES / FISURAS LONGITUDINALES DE ASFALTO CONVENCIONAL	AASHTO T 32114	CM	
ENSAYO DE CARGA CICLICA	4	RESISTENCIA A LA COMPRESION	ASTM D1559	KG	
ENSAYO DE FATIGA POR REFLEXION	4	RESISTENCIA A LA FLEXION	ASTM D1559	KN	
PRESUPUESTO	4	ASPECTO ECONOMICO			
<b>PAVIMENTO ASFALTICO INCORPORADO LA GEOMALLA FIBRA DE VIDRIO</b>					
ENSAYO	NUMERO DE MUESTRAS	PARAMETROS DE ESTUDIO	NORMAS	UNIDAD DE MEDIDA	0.85
ENSAYO DE CARGA CICLICA	1	FISURAS TRANSVERSALES / FISURAS LONGITUDINALES DE ASFALTO CONVENCIONAL	AASHTO T.32114	CM	
ENSAYO DE CARGA CICLICA	4	RESISTENCIA A LA COMPRESION	ASTM D1559	KG	
ENSAYO DE FATIGA POR REFLEXION	4	RESISTENCIA A LA FLEXION	ASTM D1559	KG	
PRESUPUESTO	4	ASPECTO ECONOMICO			
PROMEDIO DE VALIDACION DE EXPERTO					0.85
<b>NOTA : SEGUIR LOS SIGUIENTES CRITERIOS DE EVALUACION DE VALIDACION</b>		<b>DATOS GENERALES DEL EXPERTO</b>			
RANGOS	CONFIABILIDAD / MAGNITUD	NOMBRE Y APELLIDOS:	MICHAEL JHONATAN CHACON QUILLAY		
0.81- 1.00	MUY ALTA	REGISTRO CIP:	23 2428		
0.61-0.80	ALTA	CORREO:	336719371		
0.41-0.60	MODERADA	TELEFONO:			
0.21-0.40	BAJA				
0.01-0.20	MUY BAJA				
FUENTE: (HERNANDEZ ET AL., 2006)				FIRMA DEL EXPERTO EVALUADOR	
ELABORADO POR : ROSA ANDREA DONAIRES MEDINA					





Anexo 9

FICHA TECNICA DE VALIDACION DE ENSAYOS DE PAVIMENTO ASFALTICO					
PROYECTO:	REHABILITACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO COMO REFUERZO LA GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN LA AV. CORONEL INCLAN DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES - 2019				VALIDACION
AUTOR:	ROSA ANDREA DONAIRES MEDINA				
INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO					
UBICACIÓN	AV. CORONEL INCLAN	PROVINCIA	LIMA	0.80	
DISTRITO	SAN JUAN DE MIRAFLORES	DEPARTAMENTO	LIMA		
PAVIMENTO ASFALTICO CONVENCIONAL					
ENSAYO	NUMERO DE MUESTRAS	PARAMETROS DE ESTUDIO	NORMAS	UNIDAD DE MEDIDA	
ENSAYO DE CARGA CICLICA	1	FISURAS TRANSVERSALES / FISURAS LONGITUDINALES DE ASFALTO CONVENCIONAL	AASHTO T-32114	CM	0.81
ENSAYO DE CARGA CICLICA	4	RESISTENCIA ALA COMPRESION	ASTM D1559	KG	
ENSAYO DE FATIGA POR REFLEXION	4	RESISTENCIA ALA FLEXION	ASTM D1559	KN	
PRESUPUESTO	4	ASPECTO ECONOMICO			
PAVIMENTO ASFALTICO INCORPORADO LA GEOMALLA FIBRA DE VIDRIO					
ENSAYO	NUMERO DE MUESTRAS	PARAMETROS DE ESTUDIO	NORMAS	UNIDAD DE MEDIDA	
ENSAYO DE CARGA CICLICA	1	FISURAS TRANSVERSALES / FISURAS LONGITUDINALES DE ASFALTO CONVENCIONAL	AASHTO T-32114	CM	0.80
ENSAYO DE CARGA CICLICA	4	RESISTENCIA ALA COMPRESION	ASTM D1559	KG	
ENSAYO DE FATIGA POR REFLEXION	4	RESISTENCIA ALA FLEXION	ASTM D1559	KG	
PRESUPUESTO	4	ASPECTO ECONOMICO			
PROMEDIO DE VALIDACION DE EXPERTO					
NOTA : SEGUIR LOS SIGUIENTES CRITERIOS DE EVALUACION DE VALIDACION			DATOS GENERALES DEL EXPERTO		
RANGOS	CONFIABILIDAD / MAGNITUD	NOMBRE Y APELLIDOS:	 JUAN CARLOS QUIJANO COTRINO Ingeniero Civil CIP Nº 232890		
0.81- 1.00	MUY ALTA	Juan Quijano			
0.61-0.80	ALTA	REGISTRO CIP:			
0.41-0.60	MODERADA	232890			
0.21-0.40	BAJA	CORREO:			
0.01-0.20	MUY BAJA	TELEFONO:	FIRMA DEL EXPERTO EVALUADOR		
FUENTE: (HERNANDEZ ET AL., 2006)					
ELABORADO POR : ROSA ANDREA DONAIRES MEDINA					



Anexo 11

FICHA TÉCNICA DE VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE PAVIMENTO ASFALTICO					
PROYECTO:	REHABILITACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO COMO REFUERZO LA GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN LA AV. CORONEL INCLAN DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES - 2019				VALIDACION
AUTOR:	ROSA ANDREA DONAIRES MEDINA				
INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO					
UBICACION	AV. CORONEL INCLAN	PROVINCIA	LIMA	0.85	
DISTRITO	SAN JUAN DE MIRAFLORES	DEPARTAMENTO	LIMA		
PAVIMENTO ASFALTICO CONVENCIONAL					
ENSAYO	NUMERO DE MUESTRAS	PARAMETROS DE ESTUDIO	NORMAS	UNIDAD DE MEDIDA	0.82
ENSAYO DE CARGA CICLICA	1	FISURAS TRANSVERSALES / FISURAS LONGITUDINALES DE ASFALTO CONVENCIONAL	AASHTO T-32114	CM	
ENSAYO DE CARGA CICLICA	4	RESISTENCIA A LA COMPRESION	ASTM D1559	KG	
ENSAYO DE FATIGA POR REFLEXION	4	RESISTENCIA A LA FLEXION	ASTM D1559	KN	
PRESUPUESTO	4	ASPECTO ECONOMICO			
PAVIMENTO ASFALTICO INCORPORADO LA GEOMALLA FIBRA DE VIDRIO					
ENSAYO	NUMERO DE MUESTRAS	PARAMETROS DE ESTUDIO	NORMAS	UNIDAD DE MEDIDA	0.80
ENSAYO DE CARGA CICLICA	1	FISURAS TRANSVERSALES / FISURAS LONGITUDINALES DE ASFALTO CONVENCIONAL	AASHTO T-32114	CM	
ENSAYO DE CARGA CICLICA	4	RESISTENCIA A LA COMPRESION	ASTM D1559	KG	
ENSAYO DE FATIGA POR REFLEXION	4	RESISTENCIA A LA FLEXION	ASTM D1559	KG	
PRESUPUESTO	4	ASPECTO ECONOMICO			
PROMEDIO DE VALIDACION DE EXPERTO					0.82
NOTA: SEGUIR LOS SIGUIENTES CRITERIOS DE EVALUACION DE VALIDACION		DATOS GENERALES DEL EXPERTO			
RANGOS	CONFIABILIDAD / MAGNITUD	NOMBRE Y APELLIDOS: Christian Reyes Oyarzo			
0.81-1.00	MUY ALTA	REGISTRO CIP: 238826			
0.61-0.80	ALTA	CORREO: reyesoyarzochristian@gmail.com			
0.41-0.60	MODERADA	TELEFONO: 982323535			
0.21-0.40	BAJA				
0.01-0.20	MUY BAJA				
FUENTE: (HERNANDEZ ET AL 2006)		 CHRISTIAN ANTONIO REYES OYARZO Ingeniero Civil N° 238826			
ELABORADO POR: ROSA ANDREA DONAIRES MEDINA		FIRMA DEL EXPERTO EVALUADOR			

## Anexo 12: Porcentaje de Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&ro=103&co=1357115937&u=1088032488&s=1

feedback studio | Rehabilitación del pavimento flexible utilizando como refuerzo la geomalla de fibra de vidrio en la av. coronel Inclán distrito de San Juan de Miraflores – 2019

108 de 132

### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

#### FACULTAD DE INGENIERÍA

#### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Rehabilitación del pavimento flexible utilizando como refuerzo la geomalla de fibra de vidrio en la av. coronel Inclán distrito de San Juan de Miraflores – 2019

TESIS PARA OPTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

**AUTOR:**  
Donaires Medina, Rosa Andrea (ORCID: 0000-0002-5687-3068)

**ASESOR:**  
Mg. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ  
(2020)

#### Resumen de coincidencias

# 25 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver Fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias		
25	1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante 5 % >
	2	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet 3 % >
	3	repository.javeriana.ed... Fuente de Internet 2 % >
	4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante 2 % >
	5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante 1 % >
	6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet 1 % >
	7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante 1 % >
	8	pavcogeosinteticos.com Fuente de Internet 1 % >
	9	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante 1 % >
	10	studylib.es Fuente de Internet 1 % >
	11	www.mexichem.com.mx Fuente de Internet 1 % >

Activar Windows  
Ve a Corti... www.mexichem.com.mx

Página: 1 de 64 | Número de palabras: 14123 | Text-only Report | High Resolution | Activado

Escribe aquí para buscar

05:32 p.m. 13/07/2020

## Anexo 13. Evaluación superficial del pavimento flexible mediante el software evalpav car

### Rehabilitación del pavimento flexible utilizando como refuerzo la geomalla de fibra de vidrio en la av. Coronel Inclán distrito de San Juan de Miraflores - 2019

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433 (2003)												
SECCION		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO							
KM 00+00 - KM 00+035		km 00+000			001							
CARRIL		PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTREO							
CALZADA		km 00+035			210 m²							
INSPECCIONADO POR		FECHA										
ROSA ANDREA DONAIRES MEDINA		01 - Julio - 2020										
DAÑOS												
1. Piel de cocodrilo			7. Grieta de borde			13. Huecos						
2. Exudación			8. Grieta de reflexión de juntas			14. Cruce de vía ferrea						
3. Agrietamiento en bloque			9. Desnivel carril / berma			15. Ahuellamiento						
4. Abultamientos y hundimientos			10. Grietas longitudinales y transversales			16. Desplazamiento						
5. Corrugación			11. Parcheo			17. Grieta parabólica (slippage)						
6. Depresión			12. Pulimento de agregados			18. Hinchamiento						
						19. Desprendimiento de agregados						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	S	4.5								4.5	2.1	
1	M	3.2								3.2	1.5	25.0
1	S	9.2	9.6							18.8	9.0	
10	M	2.4	3.0							5.4	2.6	7.0
10	S	3.0	8.0	5.0	7.0					23.0	11.0	
13	M	16.0								16.0	7.6	83.0
18	S	3.6								3.6	1.7	
19	S	3.8								3.8	1.8	
4	S	2.8	4.8							7.6	3.6	
7	M	3.2								3.2	1.5	6.0

## Anexo 14. Evaluación superficial del pavimento flexible mediante el software evalpav car

Rehabilitación del pavimento flexible utilizando como refuerzo la geomalla de fibra de vidrio en la av. Coronel Inclán distrito de San Juan de Miraflores - 2019

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO  
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA  
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: KM 00+00 - KM 00+035 / CARRIL CALZADA								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	210.0	001	00+000	00+035	2.6	87	13	Muy Pobre
PROMEDIO							13	Muy Pobre



## Anexo 15. Evaluación superficial del pavimento flexible mediante el software evalpav car

Rehabilitación del pavimento flexible utilizando como refuerzo la geomalla de fibra de vidrio en la av. Coronel Inclán distrito de San Juan de Miraflores - 2019

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO													
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA													
ASTM D 6433 (2003)													
SECCION			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO							
KM 00+035 - KM 00+070			km 00+035			002							
CARRIL			PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTREO							
CALZADA			km 00+070			210 m²							
INSPECCIONADO POR						FECHA							
ROSA ANDREA DONAIRES MEDINA						01 - Julio - 2020							
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Huecos					
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de juntas				14. Cruce de vía ferrea					
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril / berma				15. Ahuellamiento					
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento					
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Grieta parabólica (slippage)					
6. Depresión				12. Pulimento de agregados				18. Hinchamiento					
								19. Desprendimiento de agregados					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	M	8.0									8.0	3.8	35.0
10	M	3.0	4.0								7.0	3.3	9.0
10	S	4.0									4.0	1.9	
11	M	3.0									3.0	1.4	12.0
13	M	12.0									12.0	5.7	74.0
18	S	2.4									2.4	1.1	
19	S	2.8									2.8	1.3	
7	M	0.8	4.0								4.8	2.3	7.0
PROMEDIO										13	Muy Pobre		

## Anexo 16. Evaluación superficial del pavimento flexible mediante el software evalpav car

Rehabilitación del pavimento flexible utilizando como refuerzo la geomalla de fibra de vidrio en la av. Coronel Inclán distrito de San Juan de Miraflores - 2019

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433 (2003)							
---	--	--	--	--	--	--	--

TRAMO: KM 00+035 - KM 00+070 / CARRIL CALZADA								
N°	AREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	210.0	002	00+035	00+070	3.4	80	20	Muy Pobre
PROMEDIO							20	Muy Pobre



## Anexo 17. Evaluación superficial del pavimento flexible mediante el software evalpav car

### Rehabilitación del pavimento flexible utilizando como refuerzo la geomalla de fibra de vidrio en la av. Coronel Inclán distrito de San Juan de Miraflores - 2019

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433 (2003)													
SECCION			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO			<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>10M</span> <span>10M</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <span>48S</span> <span>4M</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <span>10M</span> <span>13M</span> </div>				
KM 00+070 - KM 00+105			km 00+070			003							
CARRIL			PROGRESIVA FINAL			AREA DE MUESTREO							
CALZADA			km 00+105			210 m <sup>2</sup>							
INSPECCIONADO POR						FECHA							
ROSA ANDREA DONAIRES MEDINA						15 - Julio - 0220							
DAÑOS													
1. Piel de cocodrilo				7. Grieta de borde				13. Huecos					
2. Exudación				8. Grieta de reflexión de juntas				14. Cruce de vía ferrea					
3. Agrietamiento en bloque				9. Desnivel carril / berma				15. Ahuellamiento					
4. Abultamientos y hundimientos				10. Grietas longitudinales y transversales				16. Desplazamiento					
5. Corrugación				11. Parcheo				17. Grieta parabólica (slippage)					
6. Depresión				12. Pulimento de agregados				18. Hinchamiento					
								19. Desprendimiento de agregados					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	M	2.2									2.2	1.1	22.0
10	M	2.1	3.0	8.0							11.1	5.3	12.0
13	M	12.0									12.0	5.7	74.0
18	S	3.2									3.2	1.5	
7	M	3.3									3.3	1.8	8.0
PROMEDIO											20	Muy Pobre	

## Anexo 18. Evaluación superficial del pavimento flexible mediante el software evalpav car

Rehabilitación del pavimento flexible utilizando como refuerzo la geomalla de fibra de vidrio en la av. Coronel Inclán distrito de San Juan de Miraflores - 2019

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO  
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA  
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: KM 00+070 - KM 00+105 / CARRIL CALZADA								
Nº	AREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	210.0	003	00+070	00+105	3.4	80	20	Muy Pobre
PROMEDIO							20	Muy Pobre



## Anexo 19. Resultados de ensayo de reflexión de fatiga con asfalto convencional



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO INGENIERÍA CIVIL  
REPORTE DE ENSAYO

### ENSAYO DE REFLEXIÓN POR FATIGA PARA LIGANTE ASFÁLTICO CONVENCIONAL

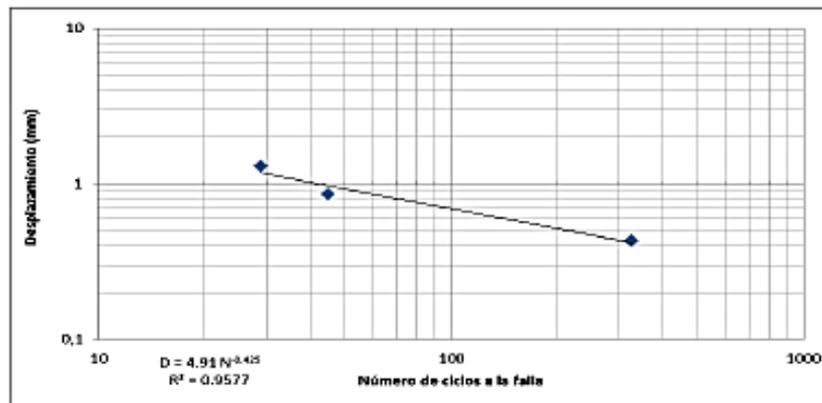
Código orden: E-114

Norma Técnica de referencia: TEX-248-F

PROYECTO: \_\_\_\_\_ MUESTRA: E-114  
LOCALIZACIÓN: BOGOTÁ D.C. ESTADO: \_\_\_\_\_  
ACTIVIDAD: ENSAYO DE REFLEXIÓN POR FATIGA FECHA ENSAYO: SEPTIEMBRE DE 2012  
SISTEMA SIN S.A.M.I. \_\_\_\_\_

#### TOMA DE DATOS

S.A.M.I	NÚMERO DE MUESTRA	TEMPERATURA °C	DEFORMACIÓN (mm)	NÚMERO DE CICLOS HASTA LA FALLA
	MDC-1	25	0.43	325
SIN S.A.M.I.	MDC-2	25	0.86	45
	MDC-3	25	1.30	29



#### PARÁMETROS:

$\delta_1$	4.91 mm	$1/b$	-2.35 mm
$b$	-0.43 mm	$\delta_b$	0.01 mm

#### Observaciones Generales :

Membrana antifisura S.A.M.I con mezcla asfáltica convencional (MDC-2).

SISTEMA SIN S.A.M.I. : Capa fisurada + nueva carpeta asfáltica

ANA MARÍA FORERO RONDÓN

EJECUTÓ: ESTUDIANTE

JEFE DE LABORATORIO

## Anexo 20. Resultados de ensayo de reflexión de fatiga con asfalto convencional



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO INGENIERÍA CIVIL  
REPORTE DE ENSAYO

### ENSAYO DE REFLEXIÓN POR FATIGA PARA LIGANTE ASFÁLTICO CONVENCIONAL

Código orden: E-114

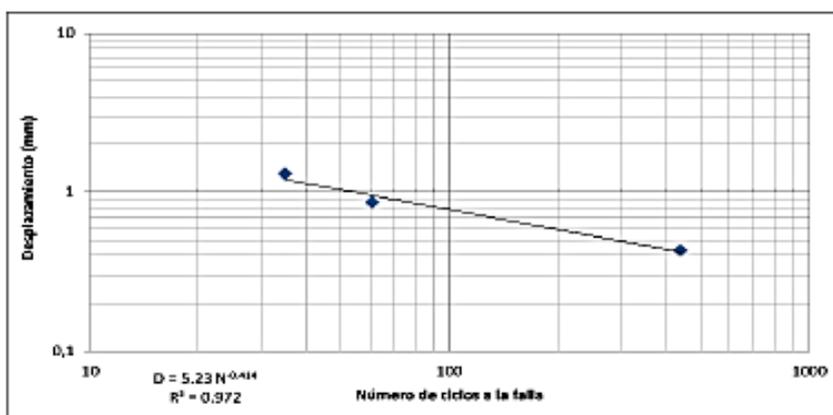
Norma Técnica de referencia: TEX-248-F

PROYECTO: \_\_\_\_\_  
LOCALIZACIÓN: BOGOTÁ D.C.  
ACTIVIDAD: ENSAYO DE REFLEXIÓN POR FATIGA  
SISTEMA S.A.M.I.1

MUESTRA: E-114  
ESTADO: \_\_\_\_\_  
FECHA ENSAYO: SEPTIEMBRE DE 2012

#### TOMA DE DATOS

S.A.M.I	NÚMERO DE MUESTRA	TEMPERATURA °C	DEFORMACIÓN (mm)	NÚMERO DE CICLOS HASTA LA FALLA
	MDC-1	25	0.43	440
S.A.M.I.1	MDC-2	25	0.86	61
	MDC-3	25	1.30	35



#### PARÁMETROS:

$\delta_1$	5.23 mm	1/b	-2.42 mm
b	-0.41 mm	$\delta_2$	0.02 mm

#### Observaciones Generales :

Membrana antifisura S.A.M.I con mezcla asfáltica convencional (MDC-2).

SISTEMA S.A.M.I. 1 : Capa fisurada + asfalto modificado con caucho + nueva carpeta asfáltica

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

ANA MARÍA FORERO RONDÓN

EJECUTÓ: ESTUDIANTE

JEFE DE LABORATORIO

## Anexo 21. Resultados de ensayo de reflexión de fatiga con asfalto convencional



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO INGENIERÍA CIVIL  
REPORTE DE ENSAYO

### ENSAYO DE REFLEXIÓN POR FATIGA PARA LIGANTE ASFÁLTICO CONVENCIONAL

Código orden: E-114

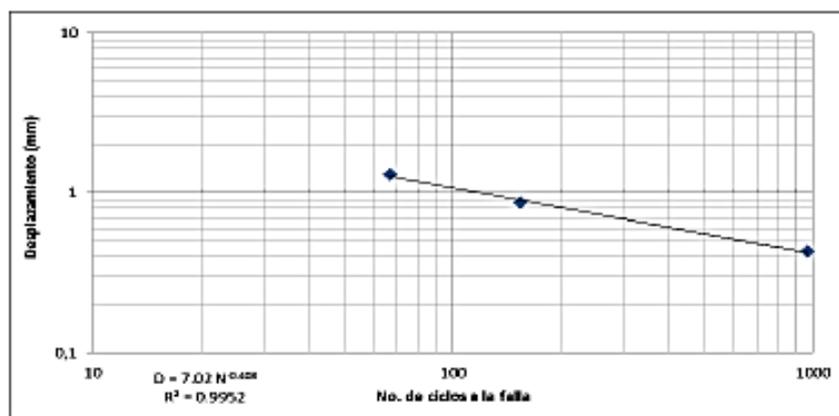
Norma Técnica de referencia: TEX-248-F

PROYECTO: \_\_\_\_\_  
LOCALIZACIÓN: BOGOTÁ D.C.  
ACTIVIDAD: ENSAYO DE REFLEXIÓN POR FATIGA  
SISTEMA S.A.M.I.2

MUESTRA: E-114  
ESTADO: \_\_\_\_\_  
FECHA ENSAYO: SEPTIEMBRE DE 2012

### TOMA DE DATOS

S.A.M.I	NÚMERO DE MUESTRA	TEMPERATURA °C	DEFORMACIÓN (mm)	NÚMERO DE CICLOS HASTA LA FALLA
	MDC-1	25	0.43	968
S.A.M.I. 2	MDC-2	25	0.86	154
	MDC-3	25	1.30	67



### PARÁMETROS:

$\delta_1$	7.02 mm	1/b	-2.45 mm
b	-0.41 mm	$\delta_6$	0.03 mm

### Observaciones Generales :

Membrana antifisura S.A.M.I con mezcla asfáltica convencional (MDC-2).

SISTEMA S.A.M.I. 2 : Capa fisurada + geomalla de fibra de vidrio + nueva carpeta asfáltica

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

ANA MARÍA FORERO RONDÓN

EJECUTÓ: ESTUDIANTE

JEFE DE LABORATORIO

## Anexo 22. Resultados de ensayo de reflexión de fatiga con asfalto convencional



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO INGENIERÍA CIVIL  
REPORTE DE ENSAYO

### ENSAYO DE REFLEXIÓN POR FATIGA PARA LIGANTE ASFÁLTICO CONVENCIONAL

Código orden: E-114

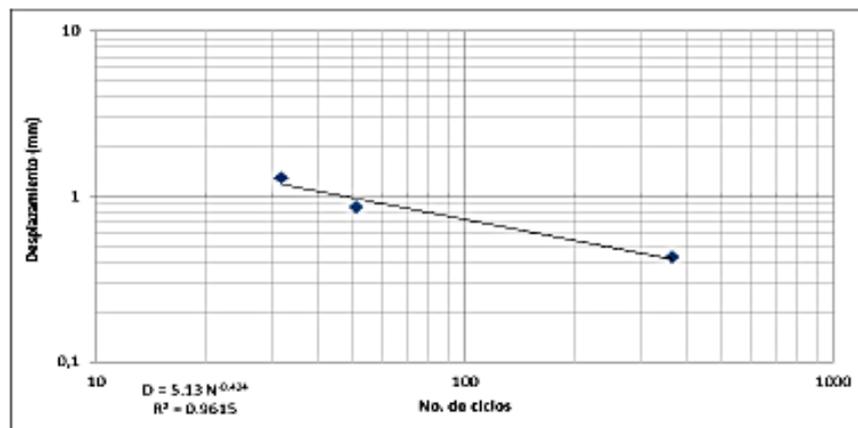
Norma Técnica de referencia: TEX-248-F

PROYECTO: \_\_\_\_\_  
LOCALIZACIÓN: BOGOTÁ D.C.  
ACTIVIDAD: ENSAYO DE REFLEXIÓN POR FATIGA  
SISTEMA S.A.M.I.3

MUESTRA: E-114  
ESTADO: \_\_\_\_\_  
FECHA ENSAYO: SEPTIEMBRE DE 2012

### TOMA DE DATOS

S.A.M.I	NÚMERO DE MUESTRA	TEMPERATURA °C	DEFORMACIÓN (mm)	NÚMERO DE CICLOS HASTA LA FALLA
	MDC-1	25	0.43	466
S.A.M.I. 3	MDC-2	25	0.86	51
	MDC-3	25	1.30	33



### PARÁMETROS:

$\delta_1$	5.13 mm	1/b	-2.36 mm
b	-0.42 mm	$\delta_0$	0.01 mm

### Observaciones Generales :

Membrana antifisura S.A.M.I con mezcla asfáltica convencional (MDC-2).

SISTEMA S.A.M.I. 3 : Capa fisurada + geotextil no tejido NT 1800 + nueva carpeta asfáltica

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

ANA MARÍA FORERO RONDÓN

EJECUTÓ: ESTUDIANTE

JEFE DE LABORATORIO

## Anexo 23. Resultados de ensayo de reflexión de fatiga con asfalto convencional



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO INGENIERÍA CIVIL  
REPORTE DE ENSAYO

### ENSAYO DE REFLEXIÓN POR FATIGA PARA LIGANTE ASFÁLTICO CONVENCIONAL

Código orden: E-114

Norma Técnica de referencia: TEX-248-F

PROYECTO: \_\_\_\_\_  
LOCALIZACIÓN: BOGOTÁ D.C \_\_\_\_\_  
ACTIVIDAD: ENSAYO DE REFLEXIÓN POR FATIGA \_\_\_\_\_  
SISTEMA S.A.M.I.4 \_\_\_\_\_

MUESTRA: E-114 \_\_\_\_\_  
ESTADO: \_\_\_\_\_  
FECHA ENSAYO: SEPTIEMBRE DE 2012 \_\_\_\_\_

### TOMA DE DATOS

S.A.M.I	NÚMERO DE MUESTRA	TEMPERATURA °C	DEFORMACIÓN (mm)	NÚMERO DE CICLOS HASTA LA FALLA
	MDC-1	25	0.43	473
S.A.M.I.4	MDC-2	25	0.86	65
	MDC-3	25	1.30	38



### PARÁMETROS:

$\delta_1$	5.40 mm	$1/b$	-2.42 mm
$b$	-0.41 mm	$\delta_b$	0.02 mm

### Observaciones Generales :

Membrana antifisura S.A.M.I con mezcla asfáltica convencional (MDC-2).

SISTEMA S.A.M.I.4 : Capa fisurada + geotextil no tejido REPAV 450 + nueva carpeta asfáltica

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

ANA MARÍA FORERO RONDÓN

EJECUTÓ: ESTUDIANTE

JEFE DE LABORATORIO

**Anexo 24. Resultados de ensayo de carga cíclica**



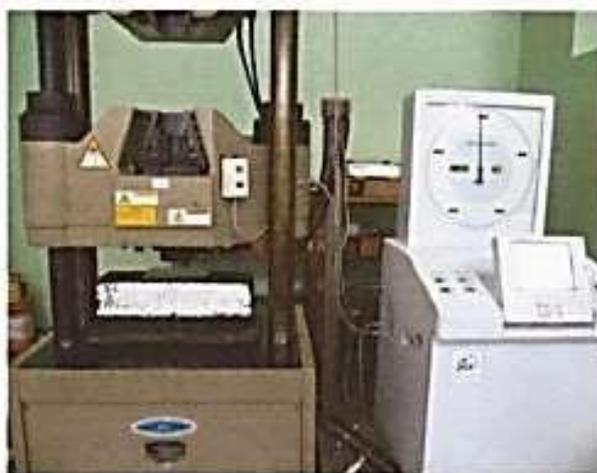
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES**

**LABORATORIO DE ESTRUCTURAS**

**ENSAYO CICLICO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES**



**INFORME**

**SOLICITANTE:** Bach. Ing. Mijaíl Ramírez Gutiérrez

---

**LABORATORIO DE ESTRUCTURAS – CISMID**

**DICIEMBRE, 2012**

**Lima – Perú**

## Anexo 25. Resultados de ensayo de carga cíclica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES  
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS



### ENSAYO DE CARGA CICLICA EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

#### Introducción

Con fecha 04 de mayo del 2012, el Bachiller en Ingeniería Mijaíl Ramírez Gutiérrez solicitó al Laboratorio de estructuras del CISMID una propuesta económica para la realización de ensayo de carga cíclica en pavimentos flexibles. En respuesta a dicha solicitud, con fecha 23 de agosto del 2012 el Laboratorio envía su propuesta técnico económica, la cual es aceptada por el solicitante mediante correo electrónico de fecha 15 de octubre del 2012.

El presente informe muestra los resultados de dichos ensayos, describiendo el modo de falla y concluyendo cual es el patrón significativo de las muestras ensayadas.

#### Prueba de carga cíclica

Este ensayo se realizó para examinar la reflexión de grietas y su propagación hacia la superficie en pavimentos rehabilitados. El procedimiento de ensayo fue proporcionado por el solicitante.

#### Especímenes

La Figura 1, muestra un esquema de los especímenes que se ensayaron, cuyas dimensiones son las siguientes: Largo: 55 cm, Ancho: 15 cm y Profundidad: 15 cm. En la parte inferior central del espécimen se hizo una ranura para simular una grieta real en el pavimento antiguo la cual se propagaría hacia la superficie bajo la acción de la carga cíclica.

Los especímenes y sus características fueron fabricados y proporcionados por el solicitante, los cuales se indican a continuación.

A-1: Especímen de pavimento convencional, sin ningún tipo de refuerzo que retarde la reflexión de fisuras por la fatiga

A-2: Especímen de pavimento convencional, sin ningún tipo de refuerzo que retarde la reflexión de fisuras por la fatiga

B-1: Especímen con refuerzo de mortero asfáltico (arena-cemento)

C-1: Especímen con refuerzo de geogrilla de fibra de vidrio (especie de geotextil), compuesto por hilos de fibra de vidrio, cubiertas por un polímero elastomérico que crea una estructura en forma de malla.



## Anexo 26. Resultados de ensayo de carga cíclica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES  
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

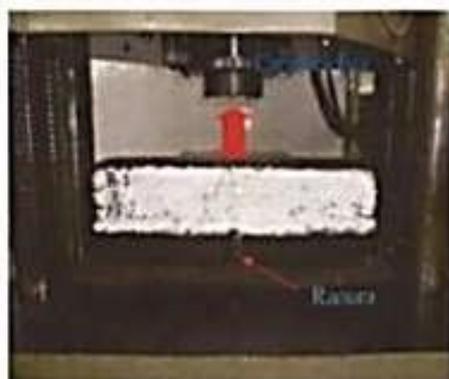


Figura 1 Especimen en la máquina universal.

### Procedimiento de ensayo

El ensayo fue realizado con una máquina Universal Hidráulica SHIMADZU UH F500kN de 50 toneladas de capacidad. El ensayo debía simular el paso de un vehículo, para conseguirlo se aplicó una carga cíclica (carga y descarga). La carga se aplicó en el centro de la viga sobre una plancha de acero de dimensión 20 cm. x 15 cm x 10 mm de espesor, la frecuencia y el número de ciclos son presentados en los cuadros de datos de cada ensayo.

Durante el ensayo la viga permaneció apoyada en una plancha de goma que simulaba las características semielásticas de la base, dejando que la viga se curvara bajo la carga y se recuperara al descargarla.

Se midió la longitud de la grieta que se produjo por efecto de la carga cíclica alrededor de la ranura y que se propagaba hacia la superficie, tal como se ve en la Figura 2 y en la Figura 3. Para obtener una mejor visualización de la propagación de la grieta, las caras laterales de los especímenes fueron pulidas y posteriormente pintadas con pintura de color blanco.

### Ensayo de espécimen A-1

El ensayo se realizó durante tres días, tal como se aprecia en la Tabla 1, generándose un total de 470 ciclos de carga y descarga.

El primer día se realizaron 70 ciclos de carga y descarga a una frecuencia de 0.20 Hz, hasta un máximo de 400 kg. En el ciclo 35 empezaron a aparecer grietas aisladas.

El segundo día se realizaron 200 ciclos de carga y descarga a una frecuencia de 0.17 Hz, hasta un máximo de 400 kg. En el ciclo 135 las grietas que aparecieron en el primer día se propagaron más y llegaron a la superficie superior del espécimen.



## Anexo 27. Resultados de ensayo de carga cíclica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES  
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS



El tercer día se realizaron 200 ciclos de carga y descarga a una frecuencia de 0.24 Hz, hasta un máximo de 600 kg. En el ciclo 28 aparece otra grieta que también se propaga hasta la superficie superior del espécimen.

Fecha	Especimen	# ciclos	Carga máx. (kg)	Frecuencia (Hz)	Aparición de grietas		Observaciones
					Ciclo	Longitud (cm)	
23/10/2012	A-1	70	400	0.20	35		Grietas aisladas
24/10/2012	A-1	200	400	0.17	135 170	2 2	Grieta llega a la superficie
25/10/2012	A-1	200	600	0.24	28 190	3 5	Aparece nueva grieta y llega a la superficie

Tabla 1. Resultados de ensayo de espécimen A-1

### Ensayo de espécimen B-1

El ensayo se realizó durante cuatro días, tal como se presenta en la Tabla 2. En total se realizaron 670 ciclos de carga y descarga.

El primer día se realizaron 70 ciclos de carga y descarga a una frecuencia de 0.05 Hz, hasta un máximo de 400 kg. No aparecieron grietas. Luego se realizaron 300 ciclos de carga y descarga a una frecuencia de 0.18 Hz, hasta un máximo de 700 kg. Apareció una grieta de 1 cm. de longitud en el ciclo 300.

El segundo día se realizaron 100 ciclos de carga y descarga a una frecuencia de 0.17 Hz, hasta un máximo de 800 kg. Solo aparecieron grietas aisladas de aproximadamente 1 cm de longitud.

El tercer día se realizaron 100 ciclos de carga y descarga a una frecuencia de 0.10 Hz, hasta un máximo de 1400 kg. En el ciclo 58 aparece una grieta de 2.5 cm que se inicia alrededor de la ranura.

El cuarto día se realizaron 100 ciclos de carga y descarga a una frecuencia de 0.10 Hz, hasta un máximo de 1400 kg. La grieta que apareció en el tercer día creció hasta 7.5 cm y llegó a la superficie superior del espécimen en el ciclo 34.



## Anexo 28. Resultados de ensayo de carga cíclica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES  
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES  
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS



Fecha	Especimen	# ciclos	Carga máx. (kg)	Frecuencia (Hz)	Aparición de grietas		Observaciones
					Ciclo	Longitud (cm)	
29/10/201	B-1	70	400	0.05			Grieta aislada
29/10/202	B-1	300	700	0.18			
					50	1	
30/10/2012	B-1	100	800	0.17	300	1	Grieta aislada
05/11/2012	B-1	100	1400	0.10			Grieta alrededor de la ranura
					58	2.5	
06/11/2012	B-1	100	1400	0.10			La grieta se propaga hasta la superficie
					10	6.5	
					34	7.5	

Tabla 2. Resultados de ensayo de espécimen B-1

### Ensayo de espécimen A-2

El ensayo se realizó durante dos días, tal como se ve en la

Tabla 3. En total se realizaron 200 ciclos de carga y descarga.

El primer día se realizaron 100 ciclos de carga y descarga a una frecuencia de 0.06 Hz, hasta un máximo de 400 kg. En el ciclo 24 empezaron a aparecer grietas aisladas de 1 cm y 2.5 cm.

El segundo día se realizaron 100 ciclos de carga y descarga a una frecuencia de 0.17 Hz, hasta un máximo de 700 kg. En el ciclo 13 aparece otra grieta que se propaga hasta la superficie superior del espécimen alcanzando una longitud de 12 cm.

Fecha	Especimen	# ciclos	Carga máx. (kg)	Frecuencia (Hz)	Aparición de grietas		Observaciones
					Ciclo	Longitud (cm)	
07/11/2012	A-2	100	400	0.06			Aparecen grietas aisladas
					24	1	
					80	1	
					100	2.5	
09/11/2012	A-2	100	700	0.17			Grietas llegan a la superficie
					13	8	
					56	12	

Tabla 3. Resultados de ensayo de espécimen A-2

