



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Pavimentos rígidos reforzados con fibra de acero  
vs pavimentos rígidos sin fibra de acero”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Arce Cahuana Juvenal Santiago (ORCID: 0000-0003-2629-3262)

Moises Ore Abel (ORCID: 0000-0003-2679-0429)

**ASESOR:**

Dr. Suarez Alvites Alejandro (ORCID: 0000-0002-9397-057X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

Para nuestros padres por la fortaleza, para que Dios nos mueva hacia esta meta establecida, y a nuestro asesor por brindarnos conocimientos basados en la experiencia de implementación del proyecto.

## **Agradecimiento**

A nuestro padre Dios y a todos los involucrados por hacer posible este nuevo proyecto.

## Índice de contenidos

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>VII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>IX</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1 Tipo y diseño de Investigación</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2 Variables y operacionalización</b> .....	<b>21</b>
<b>3.3 Población, muestra, muestreo</b> .....	<b>21</b>
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	<b>21</b>
<b>3.5 Procedimientos</b> .....	<b>22</b>
<b>3.6 Método de análisis de datos</b> .....	<b>22</b>
<b>3.7 Aspectos éticos</b> .....	<b>22</b>
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>23</b>

<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>48</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>53</b>

## Índice de tablas

TABLA 1.	GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS .....	24
TABLA 2.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO CONTROL.....	24
TABLA 3.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO EXPERIMENTAL 1 .....	25
TABLA 4.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO EXPERIMENTAL 2 .....	25
TABLA 5.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO EXPERIMENTAL 3 .....	26
TABLA 6.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO EXPERIMENTAL 4 .....	26
TABLA 7.	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN CONCRETO CONTROL.....	27
TABLA 8.	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN CONCRETO EXPERIMENTAL 1 .....	27
TABLA 9.	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN CONCRETO EXPERIMENTAL 2 .....	28
TABLA 10.	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN CONCRETO EXPERIMENTAL 3 .....	28
TABLA 11.	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN CONCRETO EXPERIMENTAL 4 .....	29
TABLA 12.	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN CONCRETO EXPERIMENTAL 4 .....	31

## Índice de figuras

FIGURA 1. SECCIÓN DE UN PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL.....	14
FIGURA 2. RESUMEN DE LOS VALORES DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	29
FIGURA 3. ÁBACO PARA EL CÁLCULO DE REACCIÓN DE SUBRASANTE .....	30
FIGURA 4. ÁBACO PARA EL CÁLCULO DE PAVIMENTO.....	31
FIGURA 5. ÁBACO PARA EL CÁLCULO DE PAVIMENTO.....	34
FIGURA 6. CONDICIÓN DE CARGAS DISTRIBUIDAS .....	37
FIGURA 7. SITUACIÓN DE CARGAS TIPO CAMIÓN.....	37
FIGURA 8. CAPACIDAD A FLEXIÓN .....	38
FIGURA 9. RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO.....	39
FIGURA 10.SITUACIÓN LÍMITE DE SERVICIO .....	40

## Resumen

La presente investigación tuvo como principal objetivo realizar un análisis comparativo que nos permita evaluar uso de la fibra de acero como refuerzo del pavimento rígido vs el pavimento rígido sin fibra de acero. El procedimiento para realizar la evaluación fue diseñar la estructura del pavimento rígido sin refuerzo mediante el método PCA que requiere de un análisis de una serie de parámetros de los cual los más importantes son el diseño de tráfico y el cálculo del módulo de resiliencia, este a su vez es obtenida a través del CBR que se determinó en los ensayos de laboratorio realizadas a la muestra de suelo extraída, y a partir de este diseño se realizó dos diseños, para pavimento rígido reforzado con fibra de acero y para pavimento rígido sin fibra de acero, esto con el fin de determinar los espesores de la losa de concreto. La metodología utilizada para la investigación es de diseño no experimental en un grado de manipulación de la variable independiente de presencia – ausencia, además, tiene un enfoque cuantitativo y por la orientación se define como una investigación teórica. De la comparación realizada entre los diseños se obtuvo como resultado que el uso de la fibra de acero como refuerzo en el concreto, establece reducción en cuanto al espesor del pavimento rígido, ya que, al añadir las fibras de acero al concreto, mejora en sus propiedades mecánicas, haciéndolo más resistente a esfuerzos de carga.

**Palabras clave:** fibro-reforzado, base, subbase.



## **Abstract**

The main objective of this research was to carry out a comparative analysis that allows us to evaluate the use of steel fiber as reinforcement of rigid pavement vs. rigid pavement without steel fiber. The procedure to carry out the evaluation was to design the structure of the rigid pavement without reinforcement using the PCA method, which requires an analysis of a series of parameters, the most important of which are traffic design and the calculation of the resilience module, this in turn it is obtained through the CBR that was determined in laboratory tests carried out on the extracted soil sample, and from this design two designs were made, for rigid pavement reinforced with steel fiber and for rigid pavement without steel fiber , this in order to determine the thickness of the concrete slab. The methodology used for the investigation is of non-experimental design in a degree of manipulation of the independent variable of presence - absence, in addition, it has a quantitative approach and by orientation it is defined as a theoretical investigation. From the comparison made between the designs, it was obtained that the use of the steel fiber as reinforcement in the concrete establishes a reduction in the thickness of the rigid pavement, since, when adding the steel fibers to the concrete, it improves its mechanical properties, making it more resistant to load stresses.

**Keywords:** Fiber-reinforced, base, subbase.

# **I. INTRODUCCIÓN**

Desde antes, las fibras se han usado para mejorar los materiales frágiles. FRC ha llevado a cabo una gran cantidad de investigación, desarrollo y aplicación a escala global. El desarrollo continuo de materiales de construcción reforzados con fibra ha demostrado el interés de la industria y las posibles oportunidades comerciales. Estos nuevos desarrollos han sido reportados en numerosos trabajos de investigación.

A principios de la década de 1960, Estados Unidos realizó el primer estudio importante para evaluar los beneficios de la fibra de acero como refuerzo de hormigón. Ese día, se realizó una gran cantidad de investigación industrial, desarrollo, pruebas y aplicación de concreto reforzado con fibra de acero.

El Comité ACI 544 define el término concreto reforzado con fibra (FRC) como concreto hecho de cemento hidráulico que contiene agregados gruesos o finos y fibras discretas. Necesitan usuarios de la carretera, automóviles privados, transporte público, motocicletas, peatones y ciclistas, por lo que es importante determinar su seguridad y comodidad.

Montalvo (2015) utiliza cada vez más hormigón reforzado con fibra en China, desde el pavimento rígido hasta la mejora de la estabilidad de los túneles, siempre ha sido uno de los materiales más demandados en diferentes campos.

Justificación: En la actualidad, una gran cantidad de concreto producido en la industria de la construcción conduce a la mejora u optimización de la misma tecnología, porque el valor de los recursos de producción de concreto es cada vez mayor. El pavimento rígido no cambia con el tiempo, porque con el tiempo, el pavimento rígido reducirá su vida útil y puede dañar la estructura (como la plataforma) soportada por el pavimento. Por lo tanto, se deben adoptar nuevos métodos según corresponda.

Vega (2018) A juzgar por las rutas de transporte terrestre en Perú, debido a su territorio variable, ha acumulado muchas dificultades. Constituyen un desafío permanente que refleja la desintegración nacional; por lo tanto, como parte del plan nacional de integración política, social y económica, el establecimiento de una nueva infraestructura vial es esencial.

Gonzales (2016) En general, el tráfico pesado que circula en las carreteras del país excede la carga permitida, por lo que se requiere diseñar, construir y mantener altas especificaciones de confort, seguridad y resistencia, lo que requiere la aplicación de nuevos diseños. Tienen equipos, tecnología y materiales que pueden satisfacer sus necesidades, por lo que necesitan materiales más duraderos y tienen requisitos mínimos de mantenimiento.

El pavimento rígido es una alternativa porque proporciona una mejor ventaja competitiva en comparación con otros tipos de pavimento. Es muy importante que, teniendo en cuenta el costo de construcción inicial, el costo de hacer un pavimento rígido puede ser igual al costo de construcción inicial. Asfalto, recomendaciones y prácticas constructivas correctas de nuestros códigos y manuales. Con todo, los bajos costos de operación y mantenimiento pueden ahorrar 30 años de inversión total, que se estima en un 30% a 40% menos que el asfalto en función del valor actual.

El diseño mejorado para pavimento rígido se debe al hecho de que el concreto tiene muchas ventajas sobre el pavimento flexible de asfalto. Cuando el grosor del pavimento reforzado duro se reduce de 15 cm a 25 cm, se coloca sobre terreno especialmente preparado o asfalto envejecido. El paquete estructural que forma tiene excelentes características y el precio es más bajo que el precio de la cubierta de asfalto. Por supuesto, también tiene una mayor durabilidad.

Por lo tanto, el piso de acero reforzado con fibra rígida tiene mayor durabilidad, es más versátil, más barato y, por lo tanto, más conveniente.

Vela (2019) se utiliza hormigón de fibra de acero Sika Fiber CHO 80/60. Como alternativa, es permitirle aumentar la ductilidad y la resistencia a las cargas de transporte, manteniendo su correcto funcionamiento de libertad y transporte de fluidos. Para extender la vida útil de la acera, es importante enfatizar la relevancia de este estudio en todos los aspectos, principalmente para agregar fibras de acero al concreto, lo que nos brinda una nueva opción para pavimentar caminos en caminos urbanos. El pavimento rígido de nuestra ciudad.

Montalvo (2015), representa la diferencia en los parámetros de diseño del concreto y sus características. Entre ellos, el software PAVE 2008 se utiliza para

usar el módulo de ruptura y la resistencia a la compresión del concreto. El software tiene una base de datos de resistencia a la compresión especificada. Al igual que el módulo de ruptura, se requiere cuando se diseña con PCA. Uno es el número de pases que tendrá el vehículo, por lo que se puede determinar el grosor, pero en el TR-34, se debe considerar la carga más desfavorable, lo que lo hace posible. Trabajar dentro del esfuerzo permitido. En términos de economía, el grosor del pavimento reforzado con fibra es menor que el del pavimento tradicional, lo que dará como resultado una cantidad mucho menor de concreto utilizado, lo que ahorrará tiempo, dinero y mano de obra.

Frazao (2015), Bajo condiciones extremadamente agresivas, la corrosión de las fibras de acero puede causar grietas en el concreto y reducir la resistencia a la tracción del concreto.

Chagua (2018) El análisis se realizó en concreto con  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ , en el que se incorporaron fibras de acero de  $10 \text{ kg / m}^3$ ,  $20 \text{ kg / m}^3$ ,  $30 \text{ kg / m}^3$  y  $45 \text{ kg / m}^3$ . El diseño de la mezcla es el siguiente: método ACI (EE. UU. Concrete Research Institute) y los laboratorios probaron diferentes cantidades de fibra agregada de acuerdo con NTP, y concluyeron que la fibra de acero (Sika Fiber CHO 80-60-NB)  $f'c 210 \text{ kg / cm}^2$  se agregó al concreto cuando se agregó  $30 \text{ kg / m}^3$ , aumentar gradualmente su resistencia a la flexión (módulo de ruptura) también mejora parcialmente su resistencia a la compresión, pero la trabajabilidad se reduce enormemente y el contenido de fibra del espesor del pavimento rígido disminuye con el aumento del hormigón. Finalmente, con el aumento en el uso de fibra, el costo unitario por metro cuadrado de pavimento también aumentará.

#### Justificación de la Investigación

La presente investigación estará enfocada al análisis estructural del pavimento rígido con refuerzo de fibras de polipropileno y el pavimento rígido convencional,

El estado actual de los pavimentos, calles, principales avenidas, presentan un índice elevado de deterioro, para ello invitar a la reflexión y preguntarnos, el papel que ejercen nuestras autoridades en el adecuado mantenimiento de las vías, siendo una necesidad la utilización de los caminos, los cuales deben ir de

la mano con las unidades de transporte, las cuales deben ser económicas, eficientes, amigables con el medio ambiente y confiable. Ante ello justifica alternativas para el diseño de pavimento rígido, con materiales que permitan elevar las propiedades del concreto y aumenten la durabilidad de los mismos.

Planteada la realidad problemática abordamos el tema a investigar mediante el siguiente análisis ¿Cuál es análisis de los pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero vs pavimentos rígidos sin fibra de acero?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

PE1: ¿Cuál es el análisis comparativo de los pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero vs pavimentos rígidos sin fibra de acero?

PE2: ¿Cuál es el efecto de las fibras de acero vs pavimentos rígidos sin fibra de acero?

PE3: ¿Cuáles son las propiedades del pavimento rígido utilizando fibras de acero?

Objetivos: Proporcionar información, pautas generales y nuevos métodos para las dimensiones, proyectos e implementación de proyectos de pavimento reforzado con fibra. En teoría, compare las propiedades mecánicas: flexión, compresión, concreto reforzado con fibras de acero, y compare su espesor. En el proyecto real, compare el precio unitario en ejecución, verifique el precio unitario, la optimización de los recursos y la ejecución.

El objetivo general fue determinar el análisis de los pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero vs pavimentos rígidos sin fibra de acero.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Determinar el análisis comparativo de los pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero vs pavimentos rígidos sin fibra de acero.

OE2: Evaluar el efecto de las fibras de acero vs pavimentos rígidos sin fibra de acero.

OE3: Determinar las propiedades del pavimento rígido utilizando fibras de acero.

## **II. MARCO TEÓRICO**

De la cruz mercado (2014), el concreto es un material conformado por la mezcla de ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos. Que al inicio tiene una consistencia plástica y moldeable, que luego con el tiempo adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, esto lo convierte en un material ideal para la construcción.

El cemento es uno de los componentes más importantes en la producción de hormigón. Esencialmente, es un material aglutinante. Con la ayuda del agua, puede combinar otros agregados de concreto y formar una pasta. Por esta razón, debe ocurrir un proceso llamado hidratación, que ocurre cuando entra en contacto con el agua. Por otro lado, hay varios tipos de cemento en el mercado.

Tipo I: Cemento general. Se utiliza en edificios que no requieren tensiones especiales en el concreto. En Perú, es el cemento más demandado debido a su menor costo en comparación con otros tipos.

Tipo II: El cemento tipo II tiene resistencia media a los sulfatos y puede usarse en cimientos expuestos a bajas concentraciones de sulfato que pueden estar contenidos en el suelo o en el agua subterránea.

Tipo III: El cemento tipo III se caracteriza por el evento de alta resistencia dentro de los primeros tres y siete días. Esto es a menudo debido a que el cemento obtenido a través del método de molienda es más fino. Su uso es gracias a deseos especiales del sujeto y también la guía debe eliminarse tan pronto como sea posible.

Tipo IV: Se sabe que el cemento Tipo IV tiene un bajo calor de hidratación, que es un proceso que ocurre cuando el agua entra en contacto con el cemento. En general, se usa cuando hay una gran cantidad de piezas fundidas.

Tipo V: Cuando se requiere una alta resistencia al sulfato, el cemento tipo V generalmente se usa en edificios cerca de la playa donde estas sales están presentes. Sin embargo, actualmente, la ceniza volcánica o el cemento IP se usan con más frecuencia, lo que tiene mejores características y propiedades para resistir la erosión común de sales como sulfatos y cloruros.



NTP para el concreto E 0.60: define la mezcla de la siguiente manera Agregado, cuyo tamaño está dentro de la variación de tal manera que por el ITINTEC 400.037 acostumbrado. "(Ministerio de Vida, Construcción y Salud 2006: 242) mezcla | la mezcla | la combinación} se divide en combinación gruesa y agregado fino. La definición primaria es que el material se mantiene dentro del tamiz N4 (4.75 mm), mientras que el fino combinación es que las partículas que pasan del tamiz N4.

Aditivos: Su función principal es mejorar el rendimiento del hormigón. Se dividen en: Acelerador. -Se encargan de acortar el tiempo de fraguado del hormigón: Retardador - Extienden el tiempo de fraguado del hormigón. Compañía aérea. - Aditivos responsables de agregar burbujas de aire en el concreto.

Propiedades del concreto: El concreto tiene dos estados: estado fresco y sólido. Debido a sus diferentes comportamientos y usos, cada uno tiene diferentes atributos.

Concreto fresco: sus propiedades son:

Trabajabilidad: Se dice al manejo del material, Esta propiedad debe considerarse completamente, porque para lograr la mejor colocación del concreto, debe ser factible. Una prueba llamada "cono de Abrams" se utiliza para la medición de procesabilidad, lo que dará la medida del "slump".

Tiempo de fraguado: El tiempo de fraguado es lo que se necesita para que el concreto tenga

Concreto endurecido:

Resistencia: Es una de las propiedades mecánicas que adopta en concreto en su etapa final de fraguado

Durabilidad: Es el poder del concreto resistir al desgaste. La robustez varía apostando por el tipo de concreto y su exposición al entorno.

Fallas en el concreto: Fisuras estabilizadas

También conocido como muertas, unidades de área que alcanzan un espacio preciso y, por lo tanto, el método se detiene.

## Fisuras en movimiento

Son aquellos durante los cuales el agrietamiento continúa hasta que se estabiliza.

## Fisuras estructurales

Son gracias a los esfuerzos excesivos a los que está sometido el hormigón, que originan tensiones descomunales, y pueden clasificarse de la siguiente manera:

### Fisuras causadas por el reforzamiento de acero

Este agrietamiento es causado por la corrosión del concreto. La corrosión es el principal agente que corroe el acero, por lo tanto, debe tratarse a tiempo para evitar problemas futuros. Una de las explicaciones es que el componente no tiene un recubrimiento correcto, por lo tanto, el agua puede penetrar y formar óxido, lo que puede escribir una capa en la armadura, el recubrimiento puede crecer y aplicar presión al recubrimiento hasta que se rompa y se agriete formar; estos parecen largos dentro del refuerzo diferente al concreto.

NORMA ACI 224.1R-93 este tipo de fisuración se subdivide en 2:

#### -Fisuración por retracción plástica:

Esto sucede una vez que el concreto pierde la humedad terriblemente rápido gracias a la temperatura cercana, la baja humedad y las velocidades del viento, lo que provoca que la humedad se evapore rápidamente de la superficie del concreto. Esta evaporación hace que la capa superficial se contraiga. Su longitud variará de una cantidad de milímetros a un metro, y su distancia variará de una cantidad de milímetros a tres metros. para reducir la pérdida de agua, podrá preferir utilizar una boquilla atomizadora de grado asociado para saturar el aire; de lo contrario, utilizará un material plástico para ocultar la superficie.

#### -Fisuración por precipitaciones de los agregados:

Dado que el concreto permanece dentro del método de consolidación, este agrietamiento puede ocurrir una vez que se coloca, vibra y termina. En esta etapa, el hormigón también podría restringirse mediante el refuerzo de piezas y encofrados. Por lo tanto, estas restricciones generan espacios y / o grietas en

las posiciones adyacentes a la parte que aplica las restricciones. Para reducir este agrietamiento, el concreto con la menor cantidad de asentamiento potencial debe utilizarse en el estilo de encofrado, y su estilo debe tener una mayor cobertura y, en última instancia, la vibración correcta.

#### Fisuras en estado sólido

Este agrietamiento ocurre como resultado de que el concreto endurecido debe enmendar su limitación de volumen. La técnica normal ACI 224.1R-93 lo clasifica por sus razones: la contracción causada por el secado es que la razón principal detrás de las grietas dentro del estado sólido, como resultado de que una vez que el concreto pierde toda la humedad, tiende a alterar el volumen a largo plazo. Esto puede producir un esfuerzo de tracción. una vez que la tensión de tracción excede la resistencia del concreto, pueden aparecer grietas, y estas unidades de área de grietas se generan perpendicularmente a la tensión. El contenido de humedad, el tamaño de partícula de la mezcla, la relación cuantitativa agua-cemento y el área de proceso natural unen algunos factores que tienen un efecto en la contracción por secado.

PROALCO - Bekaert (2016), la fibra de acero, que podría ser un material de refuerzo, agregará 3 formas: reemplaza la malla de alambre soldada o las varillas de soporte y los pavimentos habituales, y puede resistir un peso ligero de hasta quinientas unidades de peso métrico / m<sup>2</sup>; se emplearán en una sustitución totalmente diferente de barras de acero en aplicaciones como pisos industriales, aceras, losas cooperativas, losas formadas, losas, canales y piscinas.

Salcedo (2012), se añaden fibras de acero al hormigón para aportar varias propiedades y características específicas, que son esenciales para optimizar las mezclas de hormigón. Algunas características y características: la resistencia a la tracción es mucho mayor que la del concreto sin fibras de acero, la resistencia de unión con la matriz es igual o mayor que la resistencia a la tracción de la matriz, y el módulo elástico es significativamente mayor que el del concreto.

propiedades y características:

- Resistencia a tracción mayor que la del concreto sin fibra de acero.

- módulo de elasticidad mayor que el del concreto sin fibra de acero.

Las fibras que se usan en el concreto son de pequeña sección una longitud corta, las cuales se pueden clasificar en tres tipos dependiendo de su naturaleza:

- Fibra de acero (en sus variantes en contenido de carbono inoxidable)
- Fibras poliméricas
- Fibras inorgánicas

Marmol (2010), la definición es la siguiente: las fibras de acero están disponibles en variedades totalmente diferentes y unidades de área simples para pegar al concreto. Es más resistente que el hormigón y su módulo de encaje. Además, las fibras de acero a menudo se dividen en estructurales y no estructurales para extender la resistencia del hormigón. una vez considerándolos dentro del cálculo de las secciones transversales de concreto, serán estructurales, de lo contrario no serán estructurales; Además, las fibras de acero tienen mayores propiedades para regular el agrietamiento elástico, mayor resistencia a la chimenea, resistencia al desgaste y resistencia al impacto. La unidad de área de fibras de acero estandarizada en UNE-EN-14889-1: 2008 y ASTM A820 / A820M-06, de acuerdo con las disposiciones de UNE-EN-14889-1: 2008, satisfacen las necesidades de resistencia, condiciones de flexión y superficie a través de necesidades mecánicas. Unidad de área de fibras de acero variada determinada. Tendrán una variedad de formas, además de elementos suizos, estirados, corrugados, surcos y sus elementos planos, redondos, cuadrados y rectangulares.

MACCFERRI (2009): Hay un buen campo donde las fibras se usan como refuerzo de concreto. Pisos y pavimentos:

Las dosis varían de 20 kilogramos / M3 a unos cuarenta y cinco / M3, apostando por verificaciones de cálculo consistentes con las características particulares del proyecto.

La fibra de acero tiene alta resistencia y módulo de elasticidad, sin embargo, el mayor defecto es la corrosión. como resultado de que están envueltos en concreto, lo combatirán. La unión entre la fibra y, por lo tanto, la matriz de

hormigón se mejorará mediante el anclaje mecánico o la rugosidad de la superficie de la fibra. El rendimiento del ferroconcreto de fibra de acero (SFRC) dentro del estado recién mezclado depende de la matemática pura de la fibra, la participación dentro de la cosechadora y, por lo tanto, las características de la fibra y, por lo tanto, de la matriz. Las propiedades mecánicas del hormigón reforzado con fibra deben determinarse directamente en las muestras mediante pruebas comunes. En ausencia de experimentos específicos, las propiedades que no parecen mencionarse expresamente serán propiedades pensadas del hormigón no reforzado.

Salcedo (2012), se añaden fibras de acero al hormigón para aportar varias propiedades y características específicas, que son esenciales para optimizar las mezclas de hormigón. Algunas características y características: la resistencia a la tracción es mucho mayor que la del concreto sin fibras de acero, la resistencia de unión con la matriz es igual o mayor que la resistencia a la tracción de la matriz, y el módulo elástico es significativamente mayor que el del concreto.

#### Resistencia a la Compresión

Debido a su naturaleza gradual, las fibras aumentan la plasticidad cuando se agrietan. Esta plasticidad es otra de la matriz de cemento, para que se comporte de otra manera e irrompible. El aumento de la plasticidad puede depender del tipo y el volumen compartido de fibras de regalo. Las fibras con la mejor resistencia de unión a la matriz de hormigón son fibras surcadas, debido a su forma irregular, su adhesión al hormigón es la mejor. En la compresión, la resistencia final está simplemente llena de presencia de fibras y, por lo tanto, el aumento descubierto varía de un tercero<sup>5</sup> a quince} con respecto al 1.5% del volumen total de la mezcla. La adición de fibras principalmente no modifica la resistencia a la compresión del hormigón.

#### Resistencia a la tracción:

En tensión directa, el desarrollo de la resistencia es crítico, con un aumento del orden de media hora a cuatrocientos centímetros según la adición de un 1.5 pc por volumen de fibras dentro del concreto. La figura muestra el comportamiento

del hormigón por debajo de la tensión de tracción directa consistente con la distribución de las fibras.

Resistencia a la flexión:

Aumentará la resistencia a la flexión mucho más que por tensión o compresión, ya que el comportamiento dúctil del hormigón de fibra de acero en la faceta de tracción de una viga hace que el eje neutro se mueva hacia la zona de compresión. Se resumirá que la deformación sometida a la tensión de flexión aumentará entre cincuenta y septuagésimo hormigón sin refuerzo. La utilización de fracciones de volumen de fibra superior, o de un grado de carga en el medio de la sección, fibras de victimización de longitud mayor que la media, resulta que una proporción mayor aumentará hasta quince.

Menendez, (2016), las partes principales de una estructura de pavimento son: - Capa rodante. - Capa base. - capa de moldeo. - Subgrado. - Fundación del suelo. - Drenaje-bermas

Pavimentos: Debido a su naturaleza gradual, las fibras aumentan la maleabilidad una vez que se agrietan. Esta maleabilidad está más allá de la matriz de cemento, para que se comporte de otra manera e irrompible: Unidad de área de carreteras rígidas utilizada en aeropuertos y autopistas principales. se emplean conjuntamente en pisos industriales, puertos y vehículos serios en áreas de operación. Por razones económicas y pronto, el material común más común para construir pavimentos rígidos son las losas de concreto hidráulico. El estilo de bloque de concreto debe estar listo para enfrentar la carga del tráfico y evitar daños por fatiga en la vía causados por la carga perenne. La vida útil del pavimento rígido será de quince a veinte años, sin embargo, el ciclo de apariencia probablemente sea de treinta a cuarenta años.

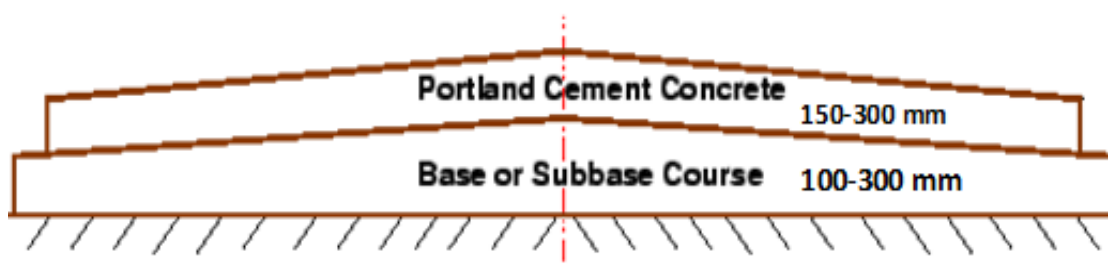
MTC (2014). La vía puede ser una estructura de varias capas diseñada en el lecho de la carretera para resistir y distribuir las molestias causadas por el tráfico y para extender la seguridad y el lujo del tráfico. Por lo general, consta de las capas posteriores: capa inferior, capa inferior y capa rodante. Otro pensamiento necesario dentro del estilo del pavimento de concreto es que la falta de juntas debido al bombeo de lodo fino o la erosión de los materiales de soporte. El

bombeo se refiere a la desviación de la placa en la junta debido al movimiento de la carga de tráfico, descargando así agua y material de grano fino desde la capa de soporte. Este inconveniente ocurre dentro de la articulación de caminos rígidos debajo de la aplicación recurrente de grandes masas de camiones.

MTC (2014), El pavimento rígido puede ser una estructura de pavimento compuesta únicamente por una capa de base granular, sin embargo, la capa se basa principalmente en partículas e incluso puede estabilizarse con cemento Portland como cemento, asfalto o cal para la victimización de aglutinante y una capa laminada de bloque de hormigón. Agregados y (si corresponde) aditivos. En pavimento rígido, se divide en 3 categorías: - pavimento de hormigón fácil con juntas. 32- Pavimento de hormigón con juntas y refuerzo de fibra o malla. – Pavimento.

Vega (2018), los pavimentos rígidos se encuentran constituidos por una losa de concreto apoyado directamente sobre la sub rasante o sobre una capa de material seleccionado, llamado base. La necesidad de utilizar la base surge solo si la subrasante no tiene las condiciones necesarias como para resistir las cargas de tráfico, es decir que no actúe como un soporte adecuado.

Figura 1. Sección de un pavimento rígido convencional



La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de la losa.

METODO PCA: Evalúa dos criterios de diseño, fatiga y erosión.

Fatiga: para mantener los esfuerzos del pavimento debido a la acción de cargas repetidas, para la prevención de agrietamientos.

Erosión: para limitar los efectos de las deflexiones del pavimento en el borde de las losas, juntas y esquinas controlando así la erosión de la fundación y de los materiales de las bermas.

Para hallar espesor de losa es necesario algunos parámetros a considerar como:

Estudio de suelos (CBR), estudio de tráfico, periodo de diseño, crecimiento anual del tránsito, (MR)

Módulo de rotura obtenido a través del ensayo de resistencia a la flexión, entre otros.

Segura (2011), el concreto reforzado es concreto complementario a la barra de acero, malla de alambre soldada, pernos y fibras de acero malformadas distribuidas para absorber la tensión que el concreto no puede soportar debido a sus propias condiciones, sin embargo, debe entenderse que los materiales se deforman a lo largo. Es decir, debido a la compatibilidad de deformación de los 2 materiales.

Lao (2007), específicamente con fibras aluminíferas, su maquinabilidad se ve afectada, sin embargo, a tiempo constante aumentará su consistencia y, por lo tanto, reducirá la depresión. En general, la capacidad del proceso de la mezcla se reduce al agregar la fibra que se utilizará. Las fibras metálicas pueden incorporarse directamente en el combo, ya que la dosificación es fácil y rápida, lo que garantiza que es una distribución excelente dentro de la cosechadora, lo que puede ser una gran ventaja en la producción de concreto. Como sugerencia, a menudo se menciona que, dentro de la preparación de la cosechadora de concreto, la fibra y, por lo tanto, las mezclas deben ser complementarios, pero no deben ser complementarios al comienzo del combo, ya que esto puede causar una distribución desigual de fibra. Finalmente, instruyeron a las fibras metálicas protectoras contra el clima húmedo, como lo hizo este texto en Pucallpa. Dentro de la ciudad de Pucallpa, hay una gran cantidad de humedad y



lluvia, lo que puede causar la oxidación de la fibra.<sup>8</sup> Esto puede tener un efecto en su rendimiento.

Gallo, et al (2013), en Colombia, el ferroconcreto de fibra de acero nunca se emplea en edificios porque no hay varias recomendaciones para evaluar el rendimiento de la fibra. Aunque el código Columbia Earthquake Resistan (NSR-10) permite la utilización de concreto reforzado con fibra de vidrio para resistir el corte con vigas, NSR-10 excluye su uso en paredes de concreto. Además, en NSR-10, no indicaron que las ecuaciones acostumbradas valoran las propiedades mecánicas del ferroconcreto de fibra de acero.

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo y diseño de Investigación**

La ciencia es un estilo de pensamiento y de acción: precisamente el más reciente, el más universal y el más provechoso de todos los estilos. Como ante toda creación humana, tenemos que distinguir en la ciencia entre el trabajo — investigación— y su producto final, el conocimiento. En este Capítulo consideraremos tanto los esquemas generales de la investigación científica —el método científico— cuanto su objetivo.

La investigación comenzó con la identificación del problema, que se realiza a través de una breve lectura de la literatura. Al obtener el problema identificado, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura para proporcionar una comprensión profunda del concreto reforzado con fibra de acero, centrándose en las propiedades mecánicas del SFRC, las propiedades frescas del SFRC, la durabilidad del SFRC, las consideraciones de diseño de la mezcla para SFRC, la mezcla, la colocación y el acabado. de SFRC y aplicación práctica de SFRC.

Dado que la investigación enfatiza específicamente el concreto reforzado con fibra de acero extraído de llantas usadas, la revisión de la literatura proporcionará una mayor comprensión sobre el uso de productos de llantas de desecho en la industria de la construcción, los diferentes métodos de reciclaje de fibras de acero de llantas de desecho y el uso de acero reciclado fibras para la producción de SFRC.

La medición de las propiedades de SFRC es muy importante tanto para la práctica como para los esfuerzos de investigación. Por lo tanto, se proporcionará un resumen de los métodos de prueba actualmente disponibles y modificados utilizados para evaluar la tenacidad y la resistencia al impacto del SFRC como complemento de la revisión de la literatura. También se discutirán las ventajas y las deficiencias de estos métodos de prueba.

Además, en esta investigación se pretende producir SFRC y luego caracterizar sus propiedades, especialmente las propiedades mecánicas en estado endurecido. Se usó un alambre de talón que tenía un diámetro de 0,89 mm extraído de neumáticos usados quemados. Se producirán especímenes de concreto que tengan un grado de C-25 de resistencia normal, C-40 de resistencia

intermedia y C-60 de SFRC de alta resistencia incorporando tres fracciones de volumen diferentes que son 0.5%, 1.0% y 1.5%; cada fracción de volumen incluirá tres longitudes de fibra diferentes, a saber, 20, 40 y 60 mm.

Inicialmente, se realizarán pruebas importantes en el material constituyente para determinar la gradación y las propiedades físicas del agregado fino y grueso, la composición química y otras características del cemento y las propiedades de las fibras de acero. Después de realizar pruebas en el concreto fresco, las muestras para la prueba de propiedades mecánicas en estado endurecido se prepararán vertiendo el concreto en moldes lubricados. Para cada mezcla, se fundirán tres cubos de 150 mm, dos cilindros de 150x300 mm y dos vigas de 100x100x500 mm. Los cubos se usarán para determinar la resistencia a la compresión. Las probetas cilíndricas se cortarán en discos de 150x63 mm que se utilizarán para determinar la resistencia al impacto. Las muestras de viga se utilizarán para determinar la resistencia a la tracción a la flexión y la resistencia a la flexión.

Después de realizar las pruebas, se discutirán los resultados obtenidos y se realizará un análisis. Finalmente se harán conclusiones y se enviarán recomendaciones para futuros estudios.

“Se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula” Hernández (2008)

Previamente la observación de la problemática actual que presenta la empresa de Construcciones permitirá medir, analizar y evaluar los resultados adquiridos y así dar la correcta solución.

En un diseño experimental, el investigador establece un conjunto de contextos, de causa y efecto bajo condiciones específicas y aplica el método científico.

El presente trabajo de investigación es cuasi experimental, puesto que, manipularemos nuestras variables varias veces y por su alcance será longitudinal ya que haremos un seguimiento de nuestra variable a través del tiempo.

Según Tamayo (p. 35), señala “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre grupo de personas, grupo o cosas, se conduce o funciona en presente”.

La presente investigación es de tipo aplicada, porque se analizan diversas teorías científicas existentes. Como objetivo es resolver determinados problemas y obtener resultados positivos, utilizando conocimientos ya existentes para dar respuesta a problemas, es decir permitirá aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del estudio.

Nivel de investigación

Es descriptivo, porque tiene como propósito describir el mejor método aplicado a pavimentos rígidos, y será correlacional debido al dominio que tiene la variable independiente sobre la variable dependiente en el desarrollo de la investigación.

La presente investigación se plantea como una investigación de tipo cuantitativo, descriptivo, explicativo.

Tamayo (2015), señale y perciba el esquema, el registro, el análisis y la interpretación del estado actual de las cosas y, por lo tanto, la composición o método del desarrollo. el foco principal está en la conclusión más o en el grupo de individuos o cosas que la unidad de área actualmente ocurre u opera. Gracias al análisis de muchas teorías científicas existentes, este estudio pertenece a la clase de aplicación. el objetivo es utilizar la información prevaleciente para resolver problemas, a fin de resolver problemas seguros y obtener resultados positivos, es decir, permitirá que el uso de la información no sea heredable a lo largo del método de análisis. nivel de análisis Es descriptivo e informativo porque su propósito es explicar la metodología más efectiva para pavimento rígido y ' Será relevante gracias a la posición dominante de la variable experimental sobre la variable dentro del desarrollo de la investigación. Esta encuesta se realiza dentro del estilo de encuestas cuantitativas, descriptivas e informativas.

Ox1: Comportamiento estructural

### **3.2 Variables y operacionalización**

Variable independiente: Fibra de Acero

Fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto prefabricado, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado, evitando la aglomeración de las fibras individuales.

Variable dependiente: Concreto de pavimento Rígido

Los pavimentos de concreto reciben el apelativo de "rígidos" debido a la naturaleza la losa de concreto que la constituye. Estará conformado por una mezcla homogénea de cemento, agua, agregado fino y grueso y aditivos, cuando estos últimos se requieran.

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

Población: es un elemento que pertenece a un mismo espacio donde se realizara el estudio de investigación. El total de la población se considerará a los especímenes.

Muestra: Según Hernández (2016), la muestra representa una porción reducida de la población inicial que se estableció en la investigación.

Muestra: Se analizaron pavimentos rígidos.

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

Según Carrasco (2017) las técnicas es una serie de guía que permitirán la creación de herramientas para poder procesar los datos como pueden ser fichas y encuestas.

Valderrama (2015) la instrumentación que permite al investigador recoger y almacenar información de las variables a investigar. Se tomarán los estudios ya

estandarizados de acuerdo a la norma ya establecida, como son ensayo a la resistencia a la compresión que se rige con la norma ASTM C-39, ensayo a la resistencia a la flexión que rige la norma ASTM C-78, para el diseño de mezcla la norma ACI-211 y ensayo a la resistencia a la tracción que se rige a la norma ASTM C496.

### **3.5 Procedimientos**

Para la elaboración del proyecto de investigación se tomaron materiales de fabrica como de reciclaje con respecto a la fibra de acero, los agregados se obtendrán de canteras certificadas por un laboratorio de suelos, el cemento que se utilizara será de tipo I, las pruebas se llevaran de acuerdo a la norma técnica peruana a los 28 días para sacar los mejores resultados al concreto con refuerzo de fibra de acero.

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

Los análisis de la información se realizarán usando cálculos de ingeniería los cuales se obtendrán de acuerdo a los ensayos que se deriven del estudio de laboratorio, las cuales serán procesadas por un programa que sea adecuado la investigación.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para el presente proyecto los investigadores se rigen al cumplimiento de valores éticos profesionales, las cuales respetan el derecho de autoría de la información recopilada de los distintos autores, de esta forma darle fidelidad de la información proporcionada en el proyecto.

## **IV. RESULTADOS**



Se presentan a continuación los resultados encontrados en la investigación, además de detallar los resultados se brindan alcances y parámetros obtenidos.

Tabla 1. Granulometría de los agregados

Agregado	Tamaño máximo nominal	Módulo de fineza
Fino		2.1
Grueso	3/4"	

Tabla 2. Resistencia a la compresión en concreto control

Elemento	días	Resistencia
M01	28	212.6
M02	28	208.7
M03	28	210.6
M04	28	211.6

Tabla 3. Resistencia a la compresión en concreto experimental 1

Elemento	días	Resistencia
X01	28	179.7
X02	28	175.9
X03	28	175.7
X04	28	172.6

Tabla 4. Resistencia a la compresión en concreto experimental 2

Elemento	días	Resistencia
Y01	28	190.4
Y02	28	192.9
Y03	28	194.7
Y04	28	191.6

Tabla 5. Resistencia a la compresión en concreto experimental 3

Elemento	días	Resistencia
Z01	28	215.3
Z02	28	216.0
Z03	28	209.5
Z04	28	213.6

Tabla 6. Resistencia a la compresión en concreto experimental 4

Elemento	días	Resistencia
W01	28	172.9
W02	28	180.9
Z03	28	184.8
W04	28	175.6

Tabla 7. Resistencia a la flexión en concreto control

Elemento	Resistencia
M01	41.4
M02	40.9
M03	41.0
M04	40.6

Tabla 8. Resistencia a la flexión en concreto experimental 1

Elemento	Resistencia
X01	46.0
X02	44.5
X03	41.7
X04	46.7

Tabla 9. Resistencia a la flexión en concreto experimental 2

Elemento	Resistencia
Y01	44.5
Y02	47.3
Y03	44.5
Y04	47.7

Tabla 10. Resistencia a la flexión en concreto experimental 3

Elemento	Resistencia
Z01	53.3
Z02	53.0
Z03	54.2
Z04	53.0

Tabla 11. Resistencia a la flexión en concreto experimental 4

Elemento	Resistencia
W01	55.3
W02	53.2
W03	54.3
W04	53.3

Figura 2. Resumen de los valores de resistencia a la compresión

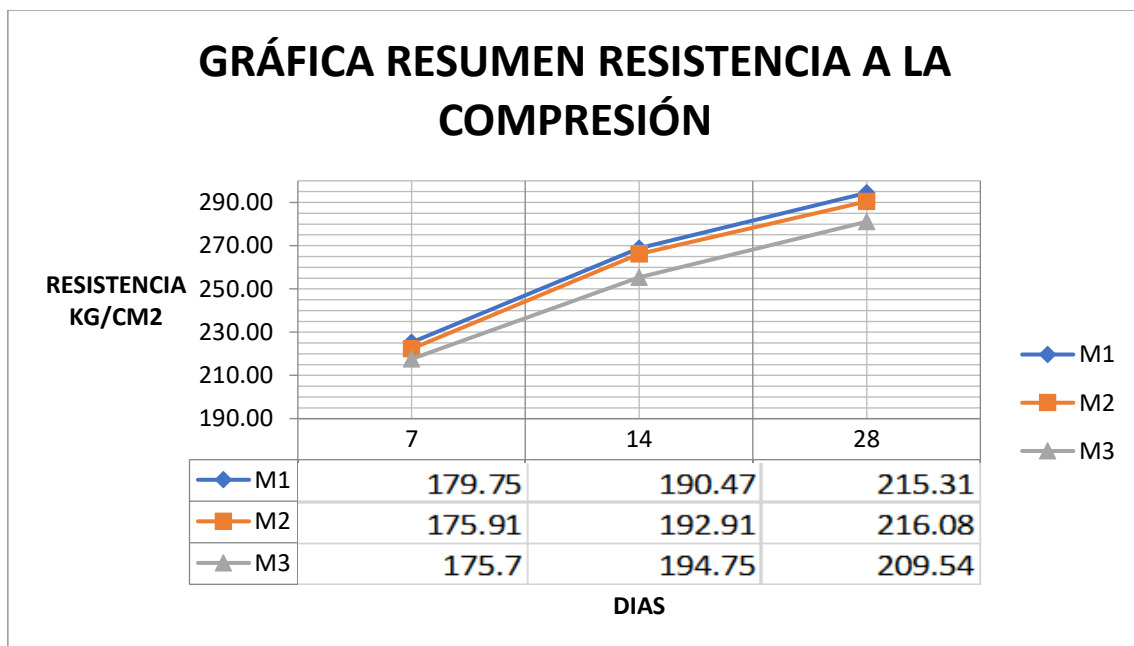
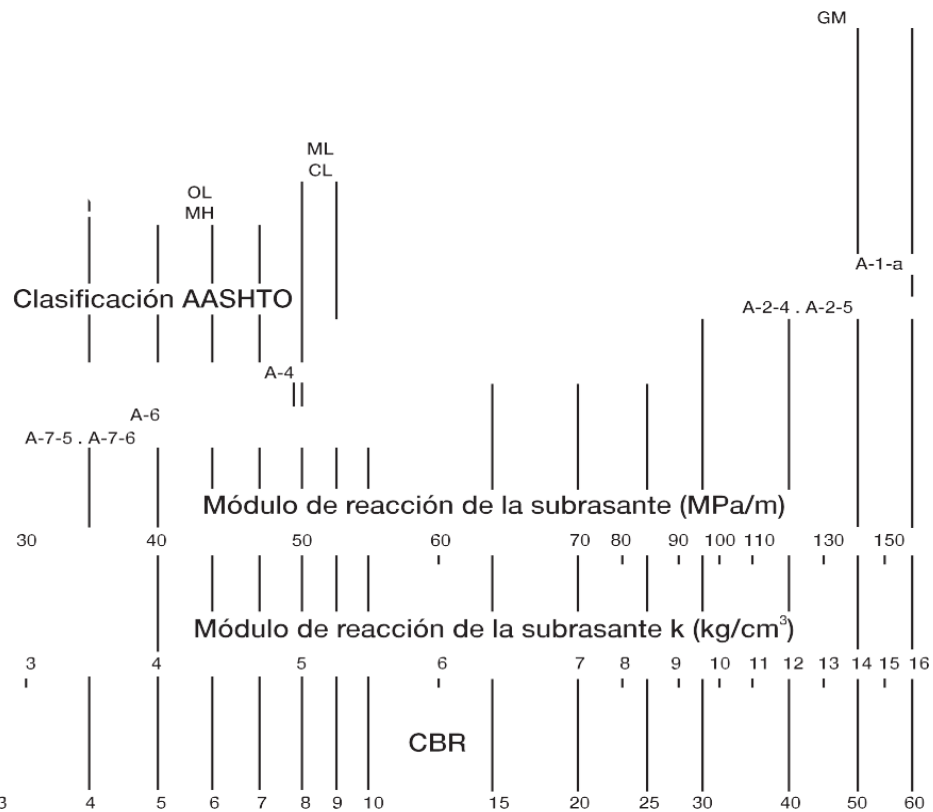


Figura 3. Ábaco para el cálculo de reacción de subrasante



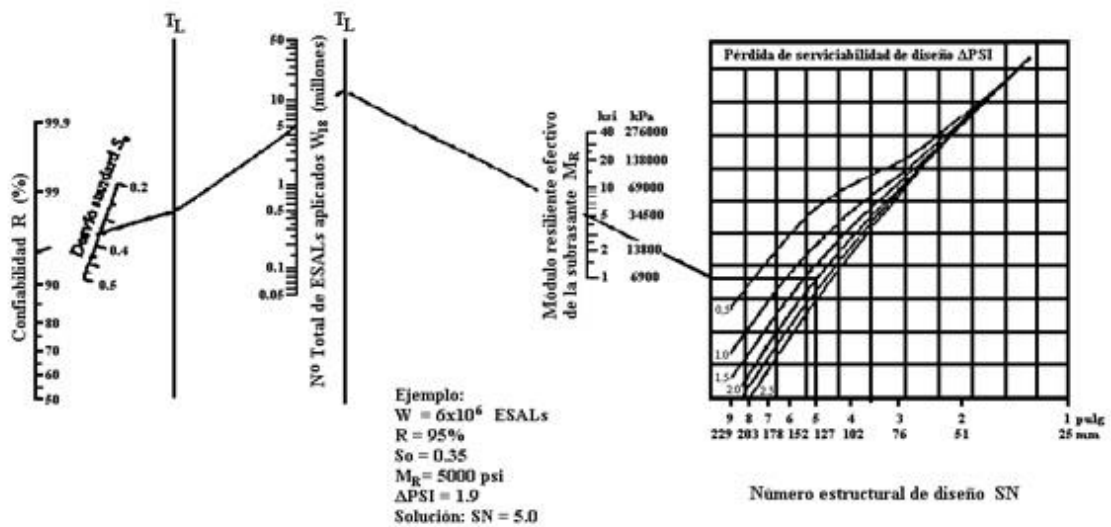
Para hallar espesor de losa se tomó como referencia la av. Santa Rosa de Lima entre los tramos de la avenida los jardines este hasta la avenida Jorge Basadre en el distrito San Jan de Lurigancho para ello es necesario tener los siguientes parámetros:

Información básica, estudio de suelos:

Suelo subrasante: limo arcilloso de baja compresibilidad ml a<sub>4</sub> (limo arcilloso)

estudio de tráfico: tránsito promedio diario (TPD): 1153 (autos 43% - buses 30% - camiones 27%), distribución de camiones (2p: 8% - 2g 6% - 3 6% - 3s2 4% - 3s3 3%), periodo de diseño: 20 años, crecimiento anual del tránsito: 2%.

Figura 4. Ábaco para el cálculo de pavimento



Se solicitan concretos con módulos entre 42 – 44 kg/cm<sup>2</sup>

Se trata de una vía de dos carriles, en el procedimiento: Hallar las variables de diseño: al ser un suelo limo arcilloso - ML su cbr estará entre 5- 15 %, al promediarlo obtenemos:

CBR = 7.5% el cual se considera un suelo aceptable para el diseño.

Tabla 12. Resistencia a la flexión en concreto experimental 4

Elemento	Resistencia
S1	<2
S2	2-5
S3	5-10
S4	10-20
S5	>20



Luego determinamos los factores de carga  $F_c$  (factor camión) = 4.1

Para hallar el número de ejes

$N$  = número de ejes

$ESAL(N) = 10378051$  ejes

Al posicionar en la tabla S3 MR3 o MR4 en una base granular obtenemos una losa de 30 cm de espesor para el diseño de pavimento rígido sin refuerzo de acero.

Proceso de un pavimento rígido

Lo siguiente es que el procedimiento de construcción con concreto premezclado del pavimento sin refuerzo y pavimento reforzado con fibras de acero.

Pavimento sin refuerzo: Al vaciar la combinación de la batidora en el lugar donde sea necesario en una base lista, tenga en cuenta que no hay interferencia con el personal que mide el esparcimiento del concreto.

Al vaciar la combinación de la batidora en el lugar donde sea necesario sobre una base lista, tenga en cuenta que no hay interferencia con el personal, que mide el esparcimiento del concreto.

Pavimento reforzado con fibras de acero

insertar las fibras de acero, al mezclador, para que la fibra de acero se mezcle con el concreto, se revisa la dosis de las fibras, ya que serán cajas de veinte unidades de peso métrico o equipaje de veinticinco unidades de peso métrico. La fibra es otra para el mezclador.

El mezclador debe estar girando a velocidad media a lo largo de este método. Una vez insertadas las fibras, deje el mezclador girando durante dos minutos como máximo a alta velocidad y proceda a vivir la depresión y la temperatura.

La mezcla debe quedar uniforme, sin grumos. Es vital gestionar el tamaño de grano más grande de la combinación que calcula las dimensiones de la fibra utilizada.

Proyecto de aplicación: Descripción de la zona

El terreno a revisar se encuentra entre la calle Atalaya y el jirón Napo, por lo tanto, la capital de Perú, dentro del distrito de Breña, de la provincia de Lima y capital del Perú.

PAVE (2008) es un programa que ayuda a realizar cálculos de piso y pavimento de concreto con fibra de acero. El programa contiene numerosos métodos de cálculo: elástico (Westergaard), elástico-plástico (TR-34 y ACI 360 apoyaron la especulación de las líneas de rendimiento). Las categorías de productos en el mercado son: uniforme, lineal, enfocado, simple y doble, estanterías, montacargas y vehículos. El PAVE 2008 adopta los modelos de piso elástico (Winkler), como se explica dentro de la metodología TR-34, dentro del paquete ejecuta las verificaciones del Servicio y los Estados Límite supremos, además debido a la verificación por punzonado. Cabe señalar que el programa PAVE 2008 se emplea solo para pavimentos reforzados con fibra de acero.

Dada una lectura superficial del programa, tenemos la tendencia de seguir usándolo, estableciendo las condiciones de planificación. La información general se coloca inicialmente en el paquete de software, datos de proyecto, autor de proyecto, contratista, área total m<sup>2</sup>.

Figura 5. Ábaco para el cálculo de pavimento

En la pantalla inicial, verá los datos relacionados con el sistema, donde sea que verifique la mayor cantidad de información de cálculo, es muy útil para optimizar el proyecto. Se descubre la resistencia del hormigón C, del tipo de fibra de acero (Wirand FF1 o FF3) y la cantidad indefinida, del mismo modo debido al grosor del bloque, el módulo de reacción del suelo k y del sistema de unión.

En la lista Herramientas, podrá elegir entre los diversos códigos de moda nativos. Esto se refiere a los factores de seguridad parciales para los lotes y también a las propiedades del material que dependen de cada región. Los factores de seguridad predeterminados, como los valores de am de acuerdo con TR34 / 3, la medida cuadrada típicamente de élite del menú Estándares, dentro del menú de herramientas:

Europa: Eurocode 2 and TR 34/3 /6/

USA: ACI 360 /19/

Alemania: DBV /18/ and TR 34/3 /6/

Latino América: ACI 360 /19/ and Eurocode 2

Asia: ACI 360 /19/ and Eurocode 2

Italia: UNI 11146 /20/

En este menú de unidades, proporciona la flexibilidad para cambiar el sistema de la unidad para los cálculos. El sistema de pesos y medidas se refiere al SI de las Unidades en Newton y Metro / mm, y por lo tanto al Sistema Imperial de libra-pulgada. dentro del menú de herramientas (Figura 36) es posible establecer la maniobra, la técnica elástica en el paso con Westergaard, la técnica elastoplástica, en el paso con Losberg y Meyerhof, como se establece en TR y por lo tanto la técnica de Mecánica de fractura no lineal (NLFM), desarrollado dentro de los colegios de metrópolis y Bérghamo. Luego, se ingresan los datos de diseño Vogue con TR-34, se debe suponer un grosor  $h$ , en este caso se supone 240 milímetros, convertimos en concreto que hemos elegido.

Cabe señalar que en esta ventana y en otras hay áreas cuadradas de unidades de campo blanco y gris, que sirven solo para información o administración. La constante de retracción es que el inconveniente relacionado con la retracción hidráulica semipermanente del hormigón. Esta información se utiliza en el programa para calcular las tensiones debido a la retracción y se complementa con las tensiones debido a la acción de la abundancia. Este precio debe verificarse adecuadamente, ya que no depende completamente del cemento y, por lo tanto, de la cantidad de agua, sino también de las condiciones ambientales. Los esfuerzos de retracción por retracción también se cancelan en el caso de juntas de doce metros. a lo largo de este caso, se debe utilizar un valor de cero.00%, si uno está obligado a que los efectos largos no parezcan relevantes.

La constante de fricción especifica el valor de la fricción para el movimiento del bloque de hormigón con el fondo. Este precio se utiliza para calcular las tensiones de fricción en el caso de masas distribuidas uniformemente, sin embargo, conjuntamente no se verificará el estado límite del servicio. Puede ver conjuntamente el espacio entre las juntas en los 2 ejes, el módulo de sección está directamente asociado con el grosor de la losa:

Las propiedades de la resistencia de la categoría de concreto, potencialidades se ofrece para especificar la singularidad del suelo: k Módulo de Westergaard (también denominado módulo de Winkler o módulo de reacción vertical), Módulo de deformación EV2 del fondo (o chasquido del suelo) CBR Calif. Índice de soporte. La información de respaldo se ingresa a continuación. Entre las condiciones de aspecto, el bloque es compatible con una radiación de fondo de microondas cósmica de subgrado = 100 por ciento que es información del proyecto, con lo que el código de la computadora calcula el módulo de Westergaard que es adecuado para  $0.048 \text{ N/mm}^3$ . Con esta información, el código de la computadora está listo para calcular el radio de rigidez.

Luego, las diversas solicitudes de la medida cuadrada del proyecto se colocan dentro del paquete de software. La transferencia de carga es adicionalmente para el bloque adyacente. con respecto a la picadura, hay un cuadrado que mide el borde libre, juntas con barras y juntas de retracción; para lo que es esquina: libre, libre con barras, junta libre y de retracción y una esquina que se encuentra con dos juntas de retracción. Como se ve en la Figura la carga fácil y, por lo tanto, el espacio de contacto a partir de la misma medida cuadrada, además. El software puede calcular la capacidad de carga.

La figura presenta la carga distribuida. El programa adopta el estado de cosas esencial más importante, es decir, poseer 2 masas distribuidas a una distancia esencial, que se llama la dimensión esencial del pasadizo, esto puede fabricar el momento más negativo.

La capacidad de soporte simple para las condiciones solicitadas. Una vez que se coloca esta unidad de área de tensiones, es necesario ingresar a la carga de soporte P, aún porque la distancia entre los soportes y sus dimensiones; Si se encuentra un estante cerca, se agrega la opción "estante adyacente". La activación de esta función necesita el espacio en el que se encuentra este bastidor adicional.

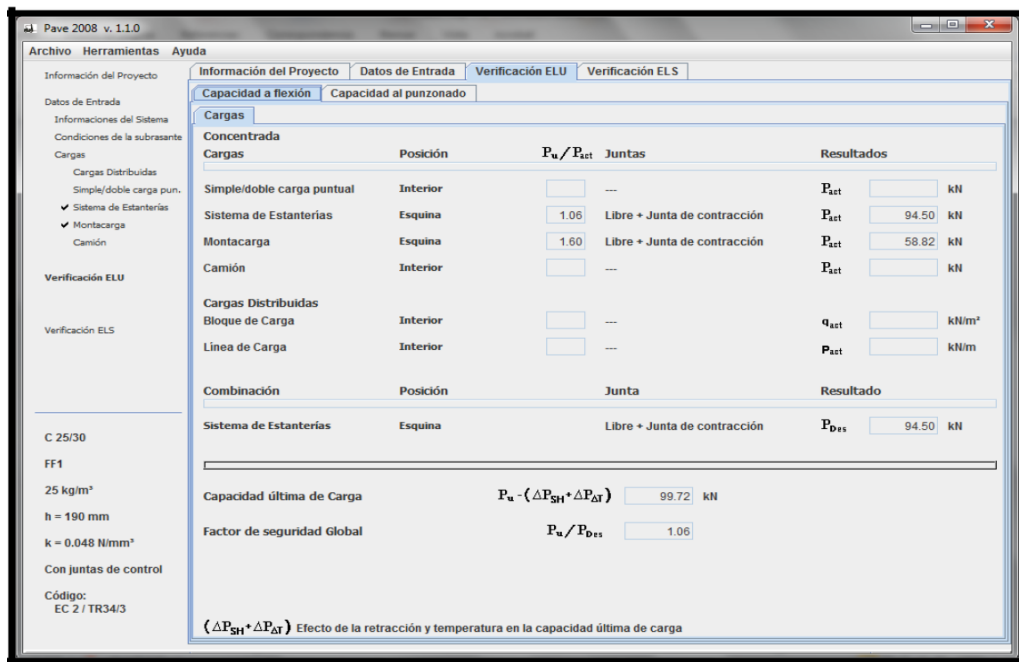
El software calcula la carga equivalente resultante de la mezcla de los cientos que actúan todavía porque la capacidad de carga final para cientos de P.U.

Figura 6. Condición de cargas distribuidas

Figura 7. Situación de cargas tipo camión

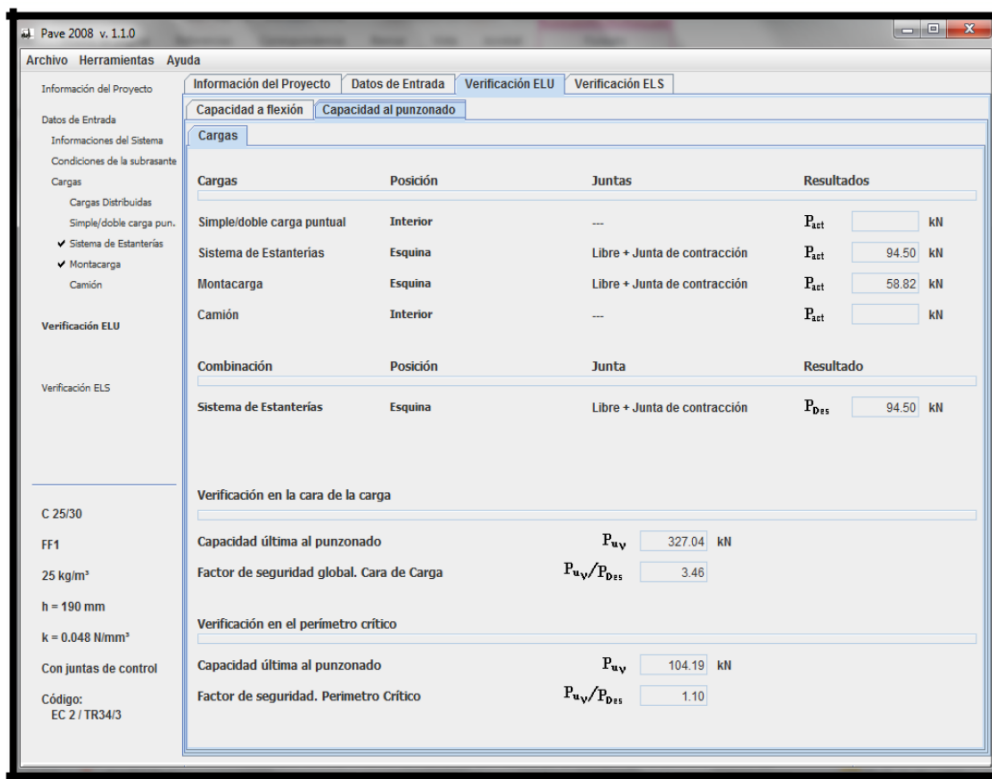
El software puede calcular la capacidad de soporte de la última palabra para una rueda para el tipo de junta elegido y la posición adicionalmente por la carga equivalente, el software puede calcular la capacidad de soporte de la última palabra para una rueda para el tipo de junta elegido y la posición adicionalmente porque la carga equivalente soportó la distribución y la distancia entre centros.

Figura 8. Capacidad a flexión



La figura proporciona un resumen de los resultados de la confirmación de flexión. Muestra los factores para cada condición de carga como la relación para cada sistema. el problema de seguridad se determina adicionalmente, el programa asume como carga de estilo la carga que tiene una relación muy barata, durante este caso la carga por el sistema de llave inglesa que se obtiene un problema de seguridad uno. Las restricciones de contracción y temperatura se tienen en cuenta como un descuento dentro de la capacidad de carga final del bloque. la relación general debería ser un mínimo de uno, sin embargo, se aconseja que no sea mayor que 1.2

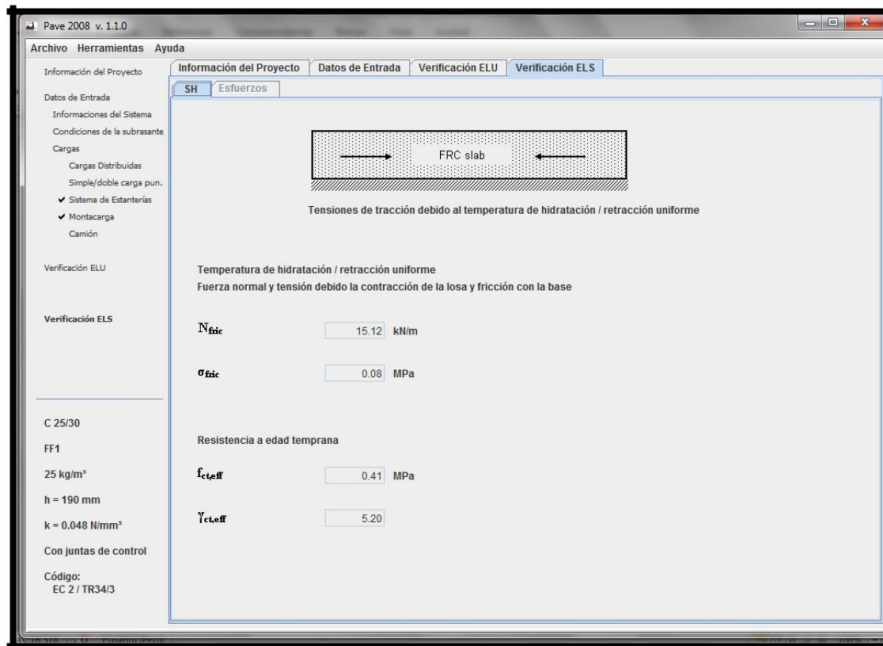
Figura 9. Resistencia al punzonamiento



La constatación por punzonado debe recordarse que el punzonado no es importante una vez que la carga es interna, de lo contrario ocurre una vez que la carga está en la picadura o dentro de la esquina. Luego, la verificación del punzonado dentro del perímetro importante a una distancia de una hora y media del espacio de contacto. La ventana muestra los cientos de personas que actúan y también el estado de la carga {más importante | más crucial | más importante} entre todos con referencia a la posición de la carga y el tipo de unión; a su vez la carga calculada se compara con la capacidad de carga sobre el espacio de contacto y sobre el perímetro crítico. El factor global de seguridad es el vínculo entre las capacidades de carga y también el estado de cosas de la carga más importante. La figura indica los resultados del estado límite del servicio; Esta verificación es necesaria una vez que no hay juntas dentro del bloque y en la etapa en la que el concreto no ha alcanzado su resistencia de estado.



Figura 10. Situación límite de servicio



## **V.DISCUSIÓN**

El módulo de rotura es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

la investigación se realizó en un concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, al cual se incorporó fibras de acero en proporciones de 10kg/m<sup>3</sup>, 20kg/m<sup>3</sup>, 30kg/m<sup>3</sup> y 45kg/m<sup>3</sup>, el diseño de mezclas se realizó por el método del Comité 211 del Instituto Americano del Concreto y las pruebas de laboratorio según las Normas Técnicas Peruanas para las diferentes adiciones de fibra, llegándose a la conclusión, de que la incorporación de fibra de acero en el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, mejora significativamente su resistencia a la flexión (Módulo de ruptura) además mejora parcialmente su resistencia a la compresión, cuando se agrega 30 kg/m<sup>3</sup>, sin embargo JHONSON ISIDRO CHAGUA menciona que la trabajabilidad disminuye de acuerdo al incremento de fibra de acero en el concreto. Se determinan que el 2% de fibra de acero por m<sup>3</sup> es ideal ya que brinda mejores resultados en el aumento a la resistencia y a la vez es más trabajable.

RADO MORENO reafirma que el concreto reforzado con fibras de acero es una buena opción como alternativa de solución para la construcción de pavimento rígido. La necesidad de mejorar la calidad de los pavimentos rígidos frente a los problemas recurrentes de fisuración, optimizar costos, aumentar la calidad y optimizar los materiales para mejorar la sostenibilidad ambiental y social, impulsa el estudio e investigaciones sobre distintos aditivos que se agregan al concreto como también el tipo de refuerzo que lo complementa. Estas pruebas determinan que el 2% de fibra de acero por m<sup>3</sup>.

Con respecto al diseño para hallar el espesor de losa se procede con dos métodos PCA, para pavimento rígidos sin fibra de acero. Y el método PAVE 2008 que es un programa de cálculo para concretos con fibra de acero, donde se puede modificar el peso total y las cargas sobre ruedas delanteras y traseras de un vehículo pesado. La rueda intermediaria y la trasera serán adaptadas como en el caso de las ruedas gemelas. La carga del eje trasero podrá ser calculada como un valor de control, siendo dada en la especificación solamente la carga sobre el eje más cargado. Con las dimensiones del área de contacto y el

espaciamiento entre de las ruedas y la distancia entre ejes y el programa calculará el área de contacto

PCA para determinar el espesor de losa para pavimentos rígidos, se debe tener en cuenta los parámetros básicos. Tránsito promedio diario :1153 veh/día el cual nos da un ESAL: 10378051 vehículos por eje y CBR 7.5%, datos recolectados del antecedente de MONTALVO, al tener el porcentaje mayor al 6% se considera un suelo apto para el diseño de pavimento según el MTC.

El ESAL indica la categoría del tipo de tránsito que nos permitirá hallar el espesor adecuado, se considera de tipo T4 el cual es para una vía principal para tránsito pesado.

El diseño del pavimento obedece a factores como la clasificación de la vía y el periodo de análisis. La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho.

período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad está asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

## **VI. CONCLUSIONES**

El material previsto para la sub-rasante y base es arena mal graduada (SP), A-3(0). De la clasificación SUCS y ASSHTO.

La resistencia alcanzada del concreto utilizado en el pavimento rígido es de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Obtenido de los proyectos analizados y de influencia en la zona de estudio.

La fibra de acero adecuada es de 25 kg/m<sup>3</sup>, establece reducción en cuanto al espesor del pavimento rígido, mejorando la estructura y resistencia.

La evaluación de costos y presupuestos, influye en la relación costo-beneficio, al considerar el tiempo de vida útil del proyecto y el estado del servicio, viable económicamente.

Se puede concluir que las fibras de acero tienen beneficios sobre las losas de concreto, como resultado de la distribución tridimensional de las fibras que permite que las fibras contribuyan dando al suelo una mayor resistencia al esfuerzo de carga a lo largo de su vida útil.

Podemos concluir también que el pavimento reforzado con fibras se reduciría el espesor del pavimento rígido de entre 5.00 cm a 10.00 cm de espesor para un proyecto de manera económica, pavimentación tradicional con respecto al pavimento fibroreforzado este último nos daría un ahorro que equivale en un promedio del 10%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda para el uso de fibra de acero en diseño de losas y pavimentos rígidos por el aporte en ahorro económico

Se recomienda el empleo de concreto reforzado con fibra dentro de la colocación de losas y pavimentos donde sea que necesiten grandes cargas de tensión.

Se recomienda realizar nuevos ensayos con fibras de acero de acuerdo a la necesidad de la losa o pavimento rígido ya que estos van a mejorar la durabilidad y resistencia del pavimento rígido.

Se recomienda el uso de la fibra de acero en el concreto en pavimento rígido, porque es trabajable.

Realizar estudios para mejorar con otros materiales que permitan optimizar el concreto en pavimentos para las vías que tienen mayor tránsito pesado.



## **REFERENCIAS**

ACI. (2009). American Concrete Institute. Retrieved 05 04, 2016, from <https://www.concrete.org/>

ASCC. (2009). American Society of Concrete Contractors. Guía del contratista para la construcción en concreto de calidad, 14.

AASHTO. (2008). Mechanistic-empirical pavement design guide - A manual of practice (interim edition). American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

BECERRA, M. (2012). Tópicos de Pavimentos de Concreto. Lima: Flujo Libre.

MARMOL, P. (2010). Hormigones con fibra de acero características mecánicas (Tesis de maestría) Universidad Politécnica de Madrid, España.

BERNAL, César. Metodología de la investigación. 3a. ed. Bogotá, Colombia. Pearson Educación, 2010. 320p.

ISBN: 978-958-699-128-5

CARILLO J., BARRERA A. Y ACOSTA D. "Evaluación del desempeño a tensión por compresión diametral del concreto reforzado con fibras de acero ZP-306".2013, Ingeniería y Competitividad, Vol N°1, pp 261-272.

CARILLO J., GONZALES G. Y GALLO L. "Comportamiento del concreto reforzado con fibras de acero ZP-306 sometidos a esfuerzos de compresión".2013, Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol N°23-1, pp 117-133.

CARILLO J., GONZALES G. Y APERRADOR W. "Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero".2013, Ingeniería, Investigación y Tecnología, Vol N°14-3, pp 435-450.

Carlos, B., & Gema, C. (2013). Elaboración de las curvas de ciclo de vida de las carreteras CA-1, CA-2 y CA-3 (Tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador

CHANG, C. (noviembre de 2013). Aplicabilidad del Método Mecanístico-Empírico de Diseño de Pavimentos (MEPDG) AASHTO 2008 en Latinoamérica. En

J. Agüero (Presidencia). Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto XVII CILA 2013. Guatemala, Guatemala C.A

HERRERA J.; MARTÍNEZ I. Aplicación de los concretos reforzados con fibras de acero DRAMIX en losas de pavimento, 2004, Universidad de Cartagena. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC 2012. Segunda Edición noviembre 1998

GERENCIA TÉCNICA (2009) Pavimentos de Concreto Hidráulico, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. Descargado en

[http://www.imcyc.com/50/pdfs/50a\\_PavimentosChih.pdf](http://www.imcyc.com/50/pdfs/50a_PavimentosChih.pdf) (descarga el día viernes 9 de septiembre del 2011).

LONDOÑO, C. y ALVAREZ, J. (2008). Manual de diseño de pavimentos de concreto: para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito. Instituto Colombiano de Productores de Cemento. – Medellín: ICPC; 114p

ISBN: 978-958-97411-8-4

PASQUEL, Enrique. (1998). Tópicos de tecnología del concreto. Segunda edición. Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional Lima,

PROALCO - BEKAERT. (2016, 05 16). Retrieved from <http://www.proalco-bekaert.com>

RIVVA, E. (2006). ASOCEM. Obtenido de Durabilidad y patología del concreto.: [http://www.asocem.org.pe/bivi/re/dt/cons/durabilidad\\_patologia.pdf](http://www.asocem.org.pe/bivi/re/dt/cons/durabilidad_patologia.pdf)

RUIZ BRITO, C. A. (2011). Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos. Sangolquí - Ecuador

TAMAYO, M. (2007b). El Proceso de la Investigación Científica, México: Limusa, Noriega Editores.

TAMAYO Y TAMAYO, M. (2004). El proceso de la investigación científica, (4ta Ed). México: LImusa. Pp. 111-141.

- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María.  
Metodología de la Investigación. 5a. ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2010.  
656p.  
ISBN: 978-607-10-6912-7
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación. 6a. ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2014. 600p.  
ISBN: 978-1-4562-2396-0
- SEDDIK M. Y BENCHEIK M, "Properties of concrete reinforced with different kinds of industrial waste fibre materials", 2009, Construction Building and Material Journal, pp. 3196-3205.
- SEGURA FRANCO, J. I. (2011). Estructuras de Concreto I. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia 7a. Edición. Bogotá, 2011-03-30.  
ISBN 978-958-99888-0-0
- Vela Ruiz, A., & Zegarra García, M. (2019). Diseño de pavimento rígido con fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en el diseño de la infraestructura vial en los jirones José Olaya y Sevilla, Morales, 2018.
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima: San Marcos, 2015, 495 pp. ISBN 978-612-302-878-7
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de ensayo de materiales, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de carreteras, Especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013, Perú.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2010). Norma CE.010 Pavimentos urbanos, Perú.
- Centeno, I. O. (s.f.). Pavimentos rígidos. Obtenido de  
<http://oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.pe/>

Ing. Andrés Sotil Chávez Ph.D., P.E.11 de agosto 2016. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/323742854/1-PhD-ANDRES-SOTIL-CHAVEZ-Charla-de-Pavimentos-pdf>

## **ANEXOS**

## ANEXO 01: Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA MEDICIÓN
V.I. Tipo de concreto	Es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena, grava y en algunos casos se utilizan aditivos. (Rivva, 2010)	Propiedades del concreto hidráulico.	Concreto tradicional  Concreto experimental	Aporte unitario de materiales.  Resistencia a la compresión  Asentamiento	Kg/m <sup>3</sup>  Kg/cm <sup>2</sup>  Pulg
V.D. Comportamiento de pavimento rígido	Concreto al cual se ha adicionado un refuerzo de polipropileno para absorber los esfuerzos que el concreto por su propia condición no le suele hacer, pero entendiéndose que el trabajo de dos materiales es de conjunto, es decir a partir de la compatibilidad de deformaciones de dos materiales.	Las principales características de uso inmediato en el diseño de elementos estructurales de concreto reforzada resistencia especificada de concreto a la compresión de resistencia a la tracción coeficiente de dilatación térmica - retracción de fraguado - módulo de elasticidad o flujo plástico.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión  Resistencia a la flexión  Módulo de rotura.	Kg/cm <sup>2</sup>  Kg/cm <sup>2</sup>  Mpa.

ANEXO 02: Matriz de Consistencia

<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>
¿Cuál es el análisis estructural del pavimento rígido con refuerzo de fibras de polipropileno y el pavimento rígido convencional?	Determinar de qué manera el polipropileno contribuyen en el refuerzo de pavimento rígido	V.I. Tipo de Concreto	Es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena, grava y en algunos casos se utilizan aditivos. (Rivva, 2010)	Propiedades del concreto hidráulico.
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b> ¿Cuál es el análisis comparativo del pavimento rígido con refuerzo de fibras de polipropileno y el pavimento rígido convencional?	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> Determinar el análisis comparativo del pavimento rígido con refuerzo de fibras de polipropileno y el pavimento rígido convencional.	V.D. Comportamiento de pavimento rígido	Concreto al cual se ha adicionado un refuerzo de polipropileno para absorber los esfuerzos que el concreto por su propia condición no le suele hacer, pero entendiéndose que el trabajo de dos materiales es de conjunto, es decir a partir de la compatibilidad de deformaciones de dos materiales.	Las principales características de uso inmediato en el diseño de elementos estructurales de concreto reforzada resistencia especificada de concreto a la comprensión de resistencia a la tracción coeficiente de dilatación térmica - retracción de fraguado - módulo de elasticidad o flujo plástico.
¿Cuál es el efecto de las fibras de polipropileno en el concreto del pavimento rígido?	Evaluar el efecto de las fibras de polipropileno en el concreto del pavimento rígido.			





## ANEXO 04: Resolución Directorial



# Resolución Directorial

N° 08 - 2013 - MTC/14  
Lima, 18 de Febrero 2013

### CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Supremo N° 034-2008-MTC se aprobó el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, el cual tiene, entre otros objetivos, definir las pautas para las normas técnicas de diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, caminos y vías urbanas;

Que, dicho Reglamento ha previsto en su artículo 20° la relación de manuales de gestión de carreteras, que deben ser aprobados. Asimismo, ha previsto en su artículo 18° que los manuales son documentos de carácter normativo y de cumplimiento obligatorio, que sirven como instrumentos técnicos a las diferentes fases de gestión de la infraestructura vial;

Que, uno de tales manuales de gestión de carreteras, es el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, el cual, según el artículo 22° del mismo reglamento, contiene las normas, guías y procedimientos de los estudios de suelos, geología, geotecnia y diseño de pavimentos. Dicho manual, asimismo, está conformado por dos (02) secciones: i) Suelos y Pavimentos, y ii) Geología y Geotecnia;

Que, el artículo 19° del Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, establece que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en su calidad de órgano rector a nivel nacional, en materia de transporte y tránsito terrestre, elabora, actualiza y aprueba los manuales para la gestión de la infraestructura vial. Asimismo, en el Numeral 4.1, de su artículo 4°, se precisa que este Ministerio, a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial, fiscalizar su cumplimiento, e interpretar las normas técnicas contenidas en dicho reglamento;

Que, de otro lado, según el artículo 60° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2007-MTC, la Dirección Normalidad Vial de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, es la unidad orgánica que tiene como una de sus funciones la de formular y actualizar normas de carácter técnico y/o administrativas relacionadas con la gestión de infraestructura vial (estudios, construcción, rehabilitación, mejoramiento, mantenimiento y uso de caminos);

Que, en cumplimiento de lo dispuesto por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial y en ejercicio de sus facultades, la citada unidad orgánica realizó, a través de una empresa consultora contratada (Barriga Dall'Orto

