



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento  
rígido en su comportamiento estructural, en la avenida  
Pachacamac – 2024**

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Pandal Pandal, Walter ([orcid.org/0000-0002-9000-8932](https://orcid.org/0000-0002-9000-8932))

**ASESOR:**

Dr. Bendezu Romero, Lenin Miguel ([orcid.org/0000-0002-4650-260X](https://orcid.org/0000-0002-4650-260X))

**LÍNEA DE INVESTIGACION:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA - PERU**

2024

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado a Dios, por ayudarme a no rendirme, a mis padres por su apoyo incondicional y a toda mi familia por el apoyo moral, durante toda la etapa universitaria, en el cual aprendí la pasión y respeto a mi carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero a Dios por ayudarme a ser perseverante con mis metas.

Luego a mis padres y en especial a mi madre, que siempre me motivó para lograr este objetivo.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BENDEZU ROMERO LENIN MIGUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024", cuyo autor es PANDAL PANDAL WALTER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 29 de Junio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BENDEZU ROMERO LENIN MIGUEL <b>DNI:</b> 10749998 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4650-260X	Firmado electrónicamente por: LBENDEZUR el 12- 07-2024 22:47:57

Código documento Trilce: TRI - 0781181



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, PANDAL PANDAL WALTER estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
PANDAL PANDAL WALTER <b>DNI:</b> 70987191 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9000-8932	Firmado electrónicamente por: WPANDALP5 el 31-07- 2024 11:54:08

Código documento Trilce: INV - 1662391

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Declaración de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaración de Originalidad del autor.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
RSUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
2.1. Variables y operacionalización.....	13
2.2. Población y muestra.....	14
2.3. Recolección de datos.....	15
2.4. Procedimiento.....	15
2.5. Métodos para el análisis de datos tenemos:.....	16
2.6. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN.....	50
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Tráfico semanal Vehicular .....	17
<b>Tabla 2</b>	Información para el diseño de la calzada.....	17
<b>Tabla 3</b>	Ejes Equivalentes de 8.2t, para pavimentos rígidos.....	18
<b>Tabla 4</b>	Valores correspondientes según el trafico .....	18
<b>Tabla 5</b>	Sub rasante .....	20
<b>Tabla 6</b>	Valores correspondientes según el trafico .....	22
<b>Tabla 7</b>	Índice de serviciabilidad.....	22
<b>Tabla 8</b>	Coeficiente de drenaje de las capas granulares Cp .....	22
<b>Tabla 9</b>	Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J .....	23
<b>Tabla 10</b>	Valores de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (ZR)	23
<b>Tabla 11</b>	Revenimiento .....	24
<b>Tabla 12</b>	Tipos de trabajabilidad según el Slump .....	24
<b>Tabla 13</b>	Asentamiento del concreto (Slump) sin fibra y con fibra de hierro .....	24
<b>Tabla 14</b>	Fibra de hierro empleada por m <sup>3</sup> .....	26
<b>Tabla 15</b>	Resultados de los ensayos en laboratorio de compresión sin fibras de acero	26
<b>Tabla 16</b>	Promedio concreto patrón .....	27
<b>Tabla 17</b>	Resultados de los ensayos en laboratorio de compresión incorporando 1% de fibras de acero .....	27
<b>Tabla 18</b>	Promedio concreto + 1% de fibra de acero.....	28
<b>Tabla 19</b>	Resultados de los ensayos en laboratorio de compresión incorporando 3% de fibras de acero .....	29
<b>Tabla 20</b>	Promedio concreto + 3% de fibra de acero.....	29
<b>Tabla 21</b>	Resultados de los ensayos en laboratorio de compresión incorporando 6% de fibras de acero .....	30
<b>Tabla 22</b>	Promedio concreto + 6% de fibra de acero.....	30
<b>Tabla 23</b>	Comparación del concreto patrón con el concreto 1 % de fibra de acero incorporado al concreto .....	31
<b>Tabla 24</b>	Comparación del concreto patrón con el concreto 3 % de fibra de acero incorporado al concreto .....	32

<b>Tabla 25</b>	Comparación del concreto patrón con el concreto 6 % de fibra de acero incorporado al concreto .....	33
<b>Tabla 26</b>	Resultados de los ensayos en laboratorio de tracción sin fibras de acero	35
<b>Tabla 27</b>	Promedio concreto patrón .....	35
<b>Tabla 28</b>	Resultados de los ensayos en laboratorio de tracción incorporando 1% de fibras de acero .....	36
<b>Tabla 29</b>	Promedio concreto + 1% de fibra de acero.....	36
<b>Tabla 30</b>	Resultados de los ensayos en laboratorio de tracción incorporando 3% de fibras de acero .....	37
<b>Tabla 31</b>	Promedio concreto + 3% de fibra de acero.....	38
<b>Tabla 32</b>	Resultados de los ensayos en laboratorio de tracción incorporando 6% de fibras de acero .....	38
<b>Tabla 33</b>	Promedio concreto + 6% de fibra de acero.....	39
<b>Tabla 34</b>	Comparación del concreto patrón con el concreto 1 % de fibra de acero incorporado al concreto .....	40
<b>Tabla 35</b>	Comparación del concreto patrón con el concreto 3 % de fibra de acero incorporado al concreto .....	41
<b>Tabla 36</b>	Comparación del concreto patrón con el concreto 6 % de fibra de acero incorporado al concreto .....	41
<b>Tabla 37</b>	Resultados del concreto de diseño.....	43
<b>Tabla 38</b>	Resultados del concreto de diseño + 1% de fibra .....	43
<b>Tabla 39</b>	Resultados del concreto de diseño + 3% de fibra .....	44
<b>Tabla 40</b>	Resultados del concreto de diseño + 6% de fibra .....	45
<b>Tabla 41</b>	Comparación del diseño patrón con el concreto + 1 % de FA .....	46
<b>Tabla 42</b>	Comparación del diseño patrón con el concreto + 3 % de FA .....	47
<b>Tabla 43</b>	Comparación del diseño patrón con el concreto + 6 % de FA .....	48



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Cemento.....	9
<b>Figura 2</b>	Agregado Fino.....	10
<b>Figura 3</b>	Agregado Grueso .....	11
<b>Figura 4</b>	Viruta de acero .....	12
<b>Figura 5</b>	Ecuación de diseño AASTHO 93.....	23
<b>Figura 6</b>	Asentamiento de muestras realizadas.....	25
<b>Figura 7</b>	Gráfico de barras del concreto patrón .....	27
<b>Figura 8</b>	Gráfico de barras del concreto + 1 % de fibra de acero .....	28
<b>Figura 9</b>	Gráfico de barras del concreto + 3 % .....	29
<b>Figura 10</b>	Gráfico de barras del concreto + 6 % de fibra de acero .....	31
<b>Figura 11</b>	Gráfico comparativo entre el concreto patrón y con la adición de 1% de fibra	32
<b>Figura 12</b>	Gráfico comparativo entre el concreto patrón y con la adición de 3% de fibra	33
<b>Figura 13</b>	Gráfico comparativo entre el concreto patrón y con la adición del 6% de fibra	34
<b>Figura 14</b>	Gráfico de barras del concreto patrón .....	35
<b>Figura 15</b>	Gráfico de barras del concreto + 1 % de fibra.....	37
<b>Figura 16</b>	Gráfico de barras del concreto + 3 % de fibra.....	38
<b>Figura 17</b>	Gráfico de barras del concreto + 6 % de fibra.....	39
<b>Figura 18</b>	Gráfico comparativo entre el concreto patrón y con la adición de 1% de fibra	40
<b>Figura 19</b>	Gráfico comparativo entre el concreto patrón y con la adición de 3% de fibra	41
<b>Figura 20</b>	Gráfico comparativo entre el concreto patrón y con la adición de 1% de fibra	42
<b>Figura 21</b>	Gráfico de barras del concreto patrón .....	43
<b>Figura 22</b>	Gráfico de barras del concreto + 1 % de fibra.....	44
<b>Figura 23</b>	Gráfico de barras del concreto + 3 % de fibra.....	45
<b>Figura 24</b>	Gráfico de barras del concreto + 6 % de fibra.....	46
<b>Figura 25</b>	Gráfico de barras comparativo entre el concreto patrón + 1 % de fibra	47

**Figura 26** Gráfico de barras comparativo entre el concreto patrón + 3 % de fibra 48

**Figura 27** Gráfico de barras comparativo entre el concreto patrón + 6 % de fibra 49

## RESUMEN

Los procesos de construcción innovadores están incorporando residuos reciclados al concreto patrón para mejorar las propiedades del hormigón, se evaluó de qué manera influyen los agregados reciclados en el comportamiento estructural del pavimento. Actualmente se viene desarrollando diferentes procesos constructivos en las investigaciones, en este trabajo de investigación se dio a conocer cómo influye en el comportamiento estructural en el concreto. Las fibras de hierro resultaron ser un material muy beneficioso para las infraestructuras viales, creando pavimentos de muy buena resistencia.

La metodología empleada será fundamental aplicada con enfoque cuantitativo con un diseño experimental.

Las pruebas realizadas en laboratorio se evaluaron luego de incorporar fibras de acero al 1%, 3%, 6%, aumentando su resistencia solamente al 1% en 296.3 kg/cm<sup>2</sup>, luego comenzó a disminuir al 3% en 243.0 kg/cm<sup>2</sup> y al 6% en 223.0 kg/cm<sup>2</sup> luego de obtener su máxima resistencia a los 28 días.

Se determinó en esta investigación que el resultado aumentó con 1 % de fibra de hierro reciclado, demostrando así que no necesariamente por usar más acero reciclado tendremos más resistencia.

**Palabras clave:** Concreto, Fibras de acero reciclado, pavimento rígido, resistencia.

## ABSTRACT

Innovative construction processes are incorporating recycled waste to the standard concrete to improve the properties of the concrete, it was evaluated how recycled aggregates influence the structural behavior of the pavement. Currently, different construction processes are being developed in the research, in this research work it was revealed how it influences the structural behavior in concrete. Iron fibers proved to be a very beneficial material for road infrastructures, creating pavements of very good resistance.

The methodology used will be fundamentally applied with a quantitative approach with an experimental design.

The laboratory tests were evaluated after incorporating steel fibers at 1%, 3%, 6%, increasing its resistance only at 1% by 296.3 kg/cm<sup>2</sup>, then it began to decrease at 3% by 243.0 kg/cm<sup>2</sup> and at 6% by 223.0 kg/cm<sup>2</sup> after obtaining its maximum resistance at 28 days.

It was determined in this research that the result increased with 1 % of recycled iron fiber, thus demonstrating that not necessarily by using more recycled steel we will have more resistance.

**Keywords:** Concrete, Recycled steel fibers, Rigid pavement, Strength.

## I. INTRODUCCIÓN

Perú es uno de los países donde ocurren constantemente temblores, generando fallas estructurales a las distintas construcciones, por lo que es susceptible a desplazamientos sísmicos frecuentes. Por lo tanto, es esencial llevar a cabo una construcción bien planificada y antisísmica para poder llevar a cabo una construcción excelente y sin fallas estructurales.

(Jalixto Sauñi y Jaimez Flores 2021) El aumento de la población que surge cuando pasan los años ha generado importancia por construir nuevos edificios que cumplan requisitos sociales fundamentales, como la coherencia entre zonas. Con el tiempo, la ingeniería de carreteras sigue presentando nuevas técnicas de construcción de carreteras, siendo así un pilar muy importante en el mundo de la construcción, con oportunidades prácticas para la creación de corredores rígidos y flexibles.

(Briceño Estrada y Tello Vásquez 2019) Actualmente, se puede confirmar que las vías principales y vecinales en distintas localidades son caminos de superficie débil y a simple vista sufren fallas estructurales y funcionales que causan molestias a las personas y reducen el tiempo de fila de vehículos durante la congestión, generando pérdidas económicas en reparación de vehículos, en otros casos hasta generando accidentes de tránsito. Pero pregúntese: ¿es este tipo de pavimento realmente insostenible? ¿Qué pasaría si se pudiera utilizar un tipo diferente de superficie dura o de adoquines en el área de estudio?, En la construcción de carreteras hay distintos tipos de pavimentos, por lo que, con un buen estudio y diseño según el lugar a realizar el proyecto, se puede ejecutar una construcción de pavimento de manera correcta.

(Tuaum, Haileselassie y Tsehaye 2020) La industria del torno y de metal mecánica seguirá produciendo inevitablemente grandes cantidades de materiales reciclables como la chatarra de acero por la gran demanda que se tiene. Por ello, los residuos de acero de los tornos siguen acumulándose en todo el país y el mundo

entero, poniendo en peligro la humanidad y el medio ambiente en global. Estos residuos industriales pueden acelerar el efecto invernadero durante su rápida descomposición que tienen los materiales. El reciclaje de residuos se hace principalmente para ayudar a las empresas a restablecer un ciclo económico sostenible basado en los recursos disponibles y para disminuir la cantidad de espacio necesario en los vertederos. Así pues, el mejor método para reducir los efectos negativos y los daños causados es reutilizar materiales de desecho como aplicación de componentes en las construcciones de aceras de obras de gran envergadura ayudando así al medio ambiente y a la vez mejorando las propiedades del concreto.

(Juárez y Sanchez 2022)Numerosos países del mundo han introducido numerosas modificaciones en la construcción en ejecución de proyectos y el mejoramiento en refuerzo de los pavimentos, ya que es habitual que éstos sufran distintos cambios y tipos de daños como consecuencia de diversas circunstancias. Los materiales como la fibra como materia prima del acero se usan en pavimentos de naciones en los países como Argentina y Chile, donde se emplea en una cantidad excesiva de obras y proyectos de construcción. Dado que los modelos utilizados para tener en cuenta estas patologías en nuestro diseño no tienen en cuenta las condiciones y estudios de suelo presentes en la nación, la aparición de patologías tempranas supone un reto importante en el diseño y construcciones de pavimentos macizos.

El distrito de Pachacamac es plenamente consciente de la necesidad a futuro de realizar proyectos de pavimentación ya que colinda con muchos distritos y a la excesiva población en aumento. Las circunstancias sociales y económicas de la ciudad saldrán ganando con ello. La utilización de concreto con el uso de fibras metálicas recicladas es la base de nuestro estudio. Dado que Manchay es una ruta muy indispensable y de acceso popular por la gran demanda de vehículos que transitan a los distritos cercanos, el hierro en la acera pretende mejorar el comportamiento como la calidad mecánica y física del pavimento. Las rutas alternativas que pasan por una de las principales vías que están en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024 deberían tener el mejor pavimento posible.

En base a las observaciones anteriores, se sugiere que el objetivo general de este análisis: Determinar la influencia de la incorporación de fibras de hierro en el pavimento rígido respecto a su comportamiento estructural, en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024.

Nuestra premisa general es que: que al incorporar el hierro reciclado mejorara las propiedades en el desempeño a compresión y estructural, entre otras teorías comunes. En el mismo sentido, se plantean las siguientes ideas precisas: los hierros reciclados pueden mejorar factiblemente la resistencia del agregado de la avenida los eucaliptos, Pachacamac-Lima, en lo que se refiere a sus cualidades físicas y mecánicas.

Capacidad de Procesamiento los Eucaliptos Pachacamac-Lima, presentan variaciones favorables, incluyendo una construcción exitosa de calzada rígido mejorado con el uso de fibras de hierro reciclado.

El diseño vial de pavimentos de superficie rígida en la Av. los Eucaliptos, Pachacamac-Lima, beneficiará en lo económico por incorporar agregado reciclado en el cual beneficiará al medio ambiente y en el modelo costo-efectivo que produce el uso extensivo de materiales de hierro sólido reciclado, mejoramiento las características del concreto en su comportamiento estructural.

Dado lo anterior, el problema general es: ¿De qué manera la incorporación de fibra de acero en el pavimento rígido influirá en el comportamiento estructural, en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024? Preguntas específicas: PE1: ¿De qué manera las fibras de hierro reciclado aportaran resistencia a la compresión en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024? PE2: ¿Cómo contribuirán las fibras de hierro reciclado al pavimento en la resistencia a la flexión en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024? PE3: ¿Cuánto influirá las fibras de hierro reciclado al pavimento rígido en el comportamiento flexo compresión en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024?

Esta investigación es teóricamente aceptable las cual nos ofrece trascendencia científica. Nuestro objetivo es presentar nuevas tecnologías económicas innovadoras, que ayuden a la transmisión de conocimientos a los estudiantes y al estudio futuro. Aumentar el número de usuarios de la vía pública ya que es una zona de gran aumento de población y utilizar bienes y servicios producidos localmente para lograr la principal dinamización económica local. Reducir el tiempo de viaje es otra opción. Nuestro objetivo es mejorar las cualidades físicas, mecánicas y comportamientos del hormigón en diversas circunstancias. Puede servir como mezcla bruta o cocido para curarlo. Nuestra aportación en este sentido es mejorar el concreto patrón adicionando agregados reciclados, así también, para mejorar sus propiedades físico-mecánico.

Objetivos específicos: OE1: Estudiar el impacto generado al agregar las fibras de hierro reciclado al concreto en la  $F'c$  en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024. OE2: Examinar el impacto generado al agregar las fibras de hierro reciclado al concreto en la resistencia a la flexión en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024. OE3: Analizar el impacto generado al agregar las fibras de hierro reciclado al concreto en el comportamiento flexo compresión en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024.

Hipótesis general del proyecto: La incorporación de fibras de hierro en el pavimento rígido mejorará significativamente su comportamiento estructural, en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024. **HIP1:** Al añadir las fibras de hierro reciclado al pavimento rígido generará de manera positiva en la resistencia a la compresión en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024. **HIP2:** Al añadir las fibras de acero reciclado al pavimento rígido generará una acción positiva en la durabilidad de flexión en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024. **HIP3:** Al añadir las fibras de acero reciclado al pavimento rígido generará un impacto positivo en el comportamiento flexo compresión en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – 2024.



## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes internacionales y nacionales

Se tiene como antecedente internacional (Lau et al. 2020) “Comportamiento del pavimento de hormigón rígido reforzado con fibra de acero frente a la fatiga. Universidad Curtin, Kent Street, Bentley, Australia” donde se realizaron pruebas experimentales de flexión en sondas cortas para examinar el ciclo de vida del pavimento de hormigón. Las variables consideradas fueron la fracción de volumen de fibras añadidas al liso o reforzado con barras de acero. Los ensayos realizados mostraron que la incorporación de fibras a una fracción de volumen del 0,5% mejoraba el ciclo de vida en al menos un 135% y reducía la energía disipativa en un 74%. El tipo de refuerzo afectó a la energía disipativa. Creando propiedades positivas en el concreto, también los pavimentos reforzados híbridos mostraron el mejor comportamiento en fatiga.

(Tomalá y Pozo 2022) publicó en su artículo titulado: “Diseño de hormigones con cemento portland de resistencias  $F'c = 210, 240$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  con agregado grueso de escoria de acero de alto horno”. El principal fue diseñar y evaluar mezclas de hormigón utilizando acero de la empresa ANDEC S.A, para ver observar si de verdad influyen en las propiedades del hormigón, siguiendo la metodología ACI 211.1. Se utilizaron métodos experimentales para caracterizar el acero de escoria agregada, determinar su granulometría y realizar ensayos de resistencia del hormigón a 28 días. Los resultados mostraron que el hormigón con escoria siderúrgica supera la resistencia de diseño, mostrando así que el uso de escoria genera un impacto positivo en el concreto

(Hassan et al. 2022) Publicó en su informe de ingeniería titulado: “Utilización de nanotubos de carbono y fibras de acero para mejorar las propiedades mecánicas del pavimento de hormigón”. Los hallazgos indican que el contenido ideal de nanotubos de carbono en el concreto es del 0,05%. Esta cantidad brinda la resistencia más alta en el concreto en comparación con otras combinaciones de

hormigón con diferentes proporciones de nanotubos de carbono (CNT). Los SF también pueden mejorar la resistencia y alcanzar su fuerza máxima a los 28 días y su comportamiento después de la fatiga y la fisuración. La adición de CNT con SF mejoró las resistencias del pavimento tradicional en un 22,7%, 29,3% y 70,8%.

Como antecedente nacional se mencionan los siguientes:

(Collanqui y Gamarra 2022) Su informe de tesis de pregrado, se tituló "Influencia de la adición de fibra de acero reciclado producto de residuos de neumáticos en las propiedades físico mecánicas del concreto con relación  $A/C=0.45$  y en la fisura miento por contracción plástica en losas en la ciudad de Juliaca - 2022" El estudio tenía por objeto evaluar el cambio de características que genera las fibras de hierro recuperadas de residuos de caucho sobre las propiedades del hormigón. Los resultados mostraron una temperatura de  $13.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , una caída de  $4\text{ }1/2"$ , una cantidad de aire del 4,8 % y un peso unitario de  $2325.0\text{ kg/m}^3$  aumentando con fibra. Las características mecánicas mostraron una compresión promedio de  $309.15\text{ kg/cm}^2$  a un 1% de FAR, una tensión promedio de  $29.94\text{ kg/cm}^2$  a un 1.5% de FAR y una flexión promedio de  $42.52\text{ kg/cm}^2$  a un 2% de FAR. Según la investigación, agregar fibras de hierro recuperadas mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto, lo que resulta en una mayor eficiencia del pavimento.

(Coronel 2023) Publicó en su trabajo de ingeniería titulado: "Influencia de las fibras de acero trefilado de alta calidad en las propiedades del concreto permeable para pavimentos rígidos". El estudio examina los efectos del acero de alta calidad sobre las características del concreto permeable en paredes rígidas. Después de ACI 211.3R-97 y ACI 522R-10, se centra en la selección de los diseños de prueba ideales y la incorporación de diferentes fibras laminadas en la dosificación base para evaluar su impacto en las propiedades de compresión, flexión y permeabilidad.

(Jara 2018) en su artículo: "Influencia de acero trefilado y plastificante en el mejoramiento de flexión y compresión del concreto usado para pavimentos rígidos, Trujillo, 2018", que tiene como objetivo principal determinar el resultado de la extracción y agregación de polímeros en el acero. Se utiliza para mejorar la resistencia a la compresión y a la flexión del diseño de pavimentos. El núcleo de esta unidad de investigación es el diseño experimental. Se compone de 60 testigos, muestreo no probabilístico, recogida de datos dirigida y repetida. Sin embargo, la investigación documental está relacionada con la investigación de los datos recogidos. En cuanto a la técnica, hay que tener en cuenta los efectos estadísticos de

los instrumentos de prueba estadísticos. También se obtuvo una cantidad específica de datos (50 muestras) para analizar en una media de 28 días, que proceden de una distribución normal, por lo que las muestras son adecuadas para el examen parcial.

Todos los conceptos relacionados con el tema de investigación se detallan a continuación:

(Jaimes, García y Rondón 2020) El hormigón es un elemento crucial en la construcción debido a sus propiedades aglutinantes, que se utilizan en diversas partes de la construcción, como cimientos, pilares y estructuras decorativas. La mayoría de las construcciones lo incluyen y tiene una amplia gama de usos en la ingeniería. El hormigón es un material versátil con el que se puede jugar y experimentar para lograr diversas tareas y objetivos.

(Llenque 2022) Debido a su bajo costo, fácil acceso y durabilidad, el hormigón es el material de construcción preferido en el área de la ingeniería civil en todo el mundo. Por lo tanto, los materiales utilizados deben ser dúctiles y absorber energía. Sin embargo, mencionan que el cemento es un material quebradizo debido a su baja resistencia a la tracción (RT) y a la flexión (RF), así como a sus propiedades de tenacidad inadecuadas. Además, la cantidad de cemento utilizado aumenta la contaminación ambiental.

(Reymundo y Caller 2022) En la región central del Perú, se emplea principalmente concreto con agregados de cantera de río y cerro, junto con cementos locales. Sin embargo, en la mayoría de las obras, los materiales no pasan muchos controles de calidad, lo que puede afectar negativamente la resistencia y durabilidad del concreto. Después de que los insumos se agotaron, los proveedores están buscando agregados en canteras nuevas para explotar y satisfacer las demandas de las obras. Además, la mala programación y planificación de las obras provoca una gran pérdida de mano de obra y materiales.

(Coronel, Sócrates y Rodríguez 2021) Se prevé que la producción de cemento aumente un 225% de aquí a 2050, lo que contribuirá a la degradación del medio ambiente. Para hacer frente a esta situación, se están proponiendo residuos industriales con alta capacidad puzolánica como material cementante. Estos residuos pueden utilizarse como áridos no convencionales, proporcionando una alternativa al cemento respetuosa con el medio ambiente.

(León y Ramírez 2020) Los agregados en el concreto son muy fundamentales dentro de los cuales está el cemento, arena, piedra, agua, en el cual la piedra, que representan entre el 70 y el 80 % del volumen del concreto, tienen un impacto significativo en sus propiedades y costos. La forma, la textura y la gradación tienen un impacto en la productividad, el acabado, la expresión y la segregación. Estas características también tienen un impacto en la fuerza, la resistencia, la disminución, la densidad, la permeabilidad y la resistencia. La pasta de cemento, el componente más costoso, llena las grietas entre los agregados, asegurando la resistencia y la unión una vez que se endurece. Para optimizar mezclas de concreto, es fundamental comprender las características de los agregados.

Los agregados del concreto están compuestos por arena, agua, piedra, aire, y el material más costoso que es el cemento.

(Valentina y Flórez 2022) Con el 70% de la Tierra cubierta de agua y responsable del 16% del consumo mundial de agua, el sector de la construcción consume una cantidad significativa de agua. Para garantizar un desarrollo sostenible de las infraestructuras, deben aplicarse alternativas a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. La economía circular y la construcción sostenible son dos tendencias importantes que pueden aplicarse a diversos sectores, como la moda, la agricultura, el transporte y la sanidad.

(Valentina y Flórez 2022) Señala que la compresión depende de una gran medida de la relación de materiales como el agua/cemento. Dado que el agua potable es muy favorable y es la única opción adecuada en el área de la construcción, es imprescindible utilizarla. Las propiedades que conllevan la modificación de una sustancia no se verán dañadas ni alteradas por la falta de impurezas. Se pueden utilizar indistintamente mortero u hormigón según el tipo de diseño.

Dentro del entorno de la construcción el agua es fundamental, en el cual no debe presentar suciedad, lo más recomendable es usar agua potable, ya que, no contiene impurezas.

(Valle y Mego 2020) El cemento es un producto derivado de la transformación de roca caliza, mezclada con arcilla y cocida para formar Clinker. El cemento portland, con partículas inferiores a 15 mm, se somete a molienda con yeso para regular el fraguado del cemento. En el mercado existen diferentes cementos para la construcción civil. El Cemento Pórtland Tipo I, utilizado en concretos y ligado a la

vida útil de una estructura, según las normas técnica peruana 334.009 y ASTM C 150, es un producto adecuado para proyectos no requieren propiedades especiales.



**Figura 1** Cemento

**Fuente:** Cemento Pacasmayo

(Santiago y Condor 2023) El cemento, un polvo fino hecho de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro, es crucial en la industria de la construcción, para la estabilización del suelo en carreteras de alto y bajo tráfico. Cumple los requisitos mínimos de resistencia y durabilidad, y se utiliza para estabilizar capas de base, subrasantes y otros elementos.

(Fernández y Villalba 2023) Los agregados finos conocidos como arenas son cruciales en la fabricación del hormigón, esencial para la construcción de estructuras. Debido a la presencia de ríos, han surgido canteras de arena a lo largo de las riberas, lo que ofrece la oportunidad de explotar y comercializar este material. La ausencia de investigaciones técnicas específicas que respalden la idoneidad de estas arenas como áridos finos supone un reto importante, sobre todo si se tiene en cuenta su uso generalizado sin un conocimiento exhaustivo de sus propiedades. Esta situación problemática ha generado una brecha sustancial entre la alta demanda de este material en diversos proyectos de construcción en el departamento y la limitada disponibilidad de análisis detallados que aseguren su cumplimiento con la normatividad necesaria para su uso en concreto.



**Figura 2** Agregado Fino

**Fuente:** Distribuidora Ferbanz

(Ruiz 2022) Los fragmentos retenidos por la malla de cuatro pulgadas se conocen como áridos o cementos de construcción. Debe tener una forma regular, como cubos o trozos redondeados, y no puede ser irregular, alargado, poroso o rugoso. Otra característica a tener en cuenta para el árido grueso es que no debe presentar ángulos excesivos; de lo contrario, se necesitaría más agua en la mezcla, lo que repercutirá en su eficacia, y habría que añadir más agua manualmente. Este árido se produce mediante procesos artificiales de trituración o se recoge de forma natural en cuevas verificadas. Para validar su calidad, debe cumplir las especificaciones establecidas para el diseño del hormigón.

(León y Ramírez 2020) La materia mineral gruesa es uno de los principales componentes de la producción de hormigón. Las características de construcción del agregado grueso afectan la capacidad de colocación y el costo del concreto fresco y endurecido. Para mejorar el concreto sin cambiar la estructura, es necesario comprender las propiedades estructurales del agregado y su efecto sobre su desempeño. Los agregados constituyen del 70 al 80 por ciento del concreto utilizado.



**Figura 3** Agregado Grueso

**Fuente:** Pedregal

(Barrueto y Monsefú 2021) Una investigación realizada en Colombia sobre el hormigón reforzado con fibras de hierro (CRFA) encontró escasas pruebas experimentales y requisitos reglamentarios. El estudio examinó el comportamiento del CRFA con fibras ZP306 bajo presión de compresión. Los resultados mostraron que las fibras de hierro tienen un efecto limitante sobre el hormigón. Para adaptarse a las tendencias locales de los materiales de construcción, las investigaciones futuras deberían incluir mediciones de las curvas de tensión-deformación.

(Altamirano y Rivas 2023) Las ventajas de utilizar fibras de hierro en el hormigón son la reducción de la fractura, la mejora de la vida útil, la ductilidad, la resistencia a la soldadura y la mejora del comportamiento a la fatiga y al impacto. La mezcla de hormigón con fibras de acero es fácil de adherir. Refuerza la resistencia a la carga, mejora la resistencia al cizallamiento, mejora el asentamiento y la resistencia a la fractura, y añade un refuerzo uniforme y multidireccional al hormigón. Losas, pavimentos rígidos, elementos estructurales de edificios (pilares, vigas), tableros de puentes, etc. pueden fabricarse con hormigón con fibras de acero añadidas.

(Tuaum, Haileselassie y Tsehaye 2020) Al aplicar los materiales adicionales utilizados, estos materiales son Identificados no reutilizable y/o desperdicios, utilice este tiempo fibras metálicas procedentes del taller industrial con el objetivo de optimizar el hormigón y, en cierta medida Formas de mejorar y contribuir con el medio ambiente.



**Figura 4** Viruta de acero

Fuente: Elaboración propia

(Jaime, García y Rondón 2020) El pavimento de hormigón es una solución viable para conectar ciudades porque es menos costoso de construir y mantener, tiene menos costes de explotación, consume menos combustible, reduce las distancias de frenado y provoca menos accidentes de tráfico. También produce menos energía para el alumbrado, lo que contribuye a preservar el medio ambiente y a ser competitivo. Gracias a estos factores, los pavimentos de hormigón son una opción viable para los proyectos de carreteras, lo que garantiza un ahorro económico a largo plazo y la preservación de los recursos en las zonas urbanas.



### **III. METODOLOGÍA**

#### **Tipo: Aplicada**

(Carrasco 2023) Este tipo de investigación, sin seguir un método sistemático, busca soluciones específicas a problemas o preguntas a nivel individual, grupal o social. Esta práctica utiliza una técnica similar a la de la investigación convencional, identificando problemas, creando hipótesis y realizando experimentos para evaluar sus respuestas, utilizando los medios científicos disponibles para encontrar soluciones. Además, se basa en estudios anteriores para profundizar en las conclusiones.

#### **Diseño: Experimental**

(Sánchez 2023) Describe que el estudio utiliza un enfoque experimental al obtener información de la disertación que ya ha sido investigada a través del contexto previamente demostrado. Es importante destacar que, gracias a la metodología de Hernández, este estudio se asemeja a los estudios correspondientes, lo que permite establecer la realidad del fenómeno para poder estudiarlo.

#### **2.1. Variables y operacionalización.**

Una variable, en palabras de (Oyola 2021) La variable es una cualidad, característica o propiedad observable que puede tener varios valores y es susceptible de ser cuantificada o medida durante una investigación. Debe tener la capacidad de cambiar entre al menos dos valores para ser nombrado como tal. También es una característica observada de una persona o una organización cuya cantidad independiente puede expresarse o clasificarse. Las variables representan las características observadas de una persona u organización y se utilizan para representar la cantidad de variación independiente o la clasificación de las variables impulsoras.

#### **Variable cuantitativa 1: Fibras de acero:**

(Becerra, Meza y Salinas 2023) Son materiales de alambres metálicos retorcidos y trenzados de varias dimensiones. Estos alambres trenzados llegan a tener diferentes secciones transversales y pueden tener diferentes formas y se utilizan en diversas áreas del campo de las industrias de la construcción. La característica más llamativa es el diseño alargado, Las fibras mejoran las propiedades de tracción, la resistencia a la fatiga, la resistencia al impacto, la rigidez del hormigón y ayudan a controlar el agrietamiento.

Los materiales de fibras de acero son partes y elementos de muy buena resistencia y duraderos, pueden ser de fibras. El acero reciclado se puede utilizar como un complemento u aditivo del hormigón para mejorar la compresión y sus propiedades físicas como mecánicas.

### **Variable cuantitativa 2: Comportamiento estructural**

**Definición Conceptual:** (Fernández 2020) El comportamiento estructural de un pavimento bajo cargas externas varía en función de las capas que lo componen. La distribución de las cargas es la principal distinción entre el comportamiento de las calzadas flexibles y rígidas.

## **2.2. Población y muestra**

**Población promedio:** Las muestras son una necesidad absoluta para la investigación y el mejoramiento. La población la cual es estudiada en dicha investigación es Pachacamac.

- **Criterios de inclusión:** En el proyecto estamos considerando todo el tramo de la avenida Víctor Malásquez, Manchay, Pachacamac.
- **Criterios de exclusión:** En el proyecto no se aceptará ninguna modificación u otro criterio distinto de la avenida Víctor Malásquez, Manchay, Pachacamac

**Muestra:** Para este proyecto de investigación será un total de 128 probetas como muestra a ensayar y 16 vigas, siendo 8 probetas y 4 vigas sin fibras de acero, también 72 probetas con adición de fibras de hierro y 9 vigas con adición de fibras de hierro.

**Muestreo:** En este proyecto de investigación se utilizarán muestras no probabilísticas, ya que se llevarán a cabo muestras y pruebas independientes.

**Unidad de análisis:** Se evaluará por lo tanto el hormigón de diseño fresco como el endurecido. En nuestra investigación se emplearon 128 unidades de probetas.

### 2.3. Recolección de datos

(Sanchez 2023) Esta técnica explica el proceso inductivo que comienza con las observaciones y permite registrar la toma de datos de cada muestra analizada en términos de aspectos biológicos y resistencia mecánica del betún. También se refiere a una secuencia rigurosa de investigación que define o completa parte del objetivo y define adecuadamente las variables bajo investigación.

El autor (Gonzales 2024) opina que "los instrumentos son materiales que nos permiten obtener valores reales para recoger y almacenar la información recogida".

En la presente investigación se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Tablas de datos técnicos de la fibra de hierro,
- Tablas de pruebas de laboratorio
- Registro de datos de ensayo

En esta investigación se empleó un mejor método de visualizar y guardar los datos requeridos y obtenidos. Los estudios correspondientes se anotan y se incluyen en libretas de apuntes, que se utilizan para investigar la gran cantidad de tráfico de automóviles y vehículos automotor en MTC Formato y recopilar datos de campo.

Las herramientas que se utilizaron para la recopilación son empleadas y fueron manuales de observación diseñados para recopilar una serie de datos cuantitativos que se recogieron in situ.

### 2.4. Procedimiento

**Primero:** Se visitará una parte de la calzada para realizar el trabajo de campo.

**Segundo:** En la zona del proyecto se realizarán pruebas de estudio vial.

**Tercero:** Buscar un proveedor de fibras de acero en una tornería industrial.

**Cuarto:** Las fibras de acero se obtendrán de la industria del torno, que será recogidas en los talleres correspondientes, para posteriormente utilizarla para crear mezclas con fibras metálicas y hormigón convencional.

**Quinto:** Se realizarán los ensayos en el laboratorio de las probetas con el diseño correspondiente y con la adición de fibras de acero, realizando pruebas de tracción, flexión y compresión.

**Sexto:** Se analizarán los resultados de laboratorio formal para analizar, mantener un debate, concluir y realizar las recomendaciones correspondientes.

## **2.5. Métodos para el análisis de datos tenemos:**

Utilizaremos programas como Microsoft Excel en este tipo de investigación para calcular el número total de vehículos, sus características, analizarlos y evaluarlos según el recorrido del material de base del pavimento, el diseño de la mezcla, y presentar los resultados en forma gráfica y estadística para comparar las variaciones según el porcentaje de fibras de acero que coloquemos en nuestro concreto con el diseño.

## **2.6. Aspectos éticos**

La ética es esencial como primordial en la investigación necesitamos para cumplir los objetivos profesionales.

Como investigadores, es nuestro deber trabajar dentro de las políticas y procedimientos que nos solicita la prestigiosa Universidad César Vallejo con el fin de mejorar favorablemente la comunidad científica de la nación y producir hallazgos con gran veneficio y confiables para todos los investigadores.

Aplicamos los valores de los verdaderos expertos y conocedores, llevamos a cabo nuestros proyectos de acuerdo con la política con normas y éticas y respetamos los derechos reservados de propiedad intelectual de los investigadores.

Además, las pruebas y ensayos de este estudio se realizaron en laboratorios autorizados y confiables, que validaron los resultados obtenidos, produjeron un trabajo de calidad y que demuestra que los datos de nuestro estudio son confiables, precisos, fiables y veraz.

## IV. RESULTADOS

Se realizó el diseño del pavimento de la Av. los Eucaliptos, Pachacamac, Lima 2024

### Tráfico Vehicular de la Av. los Eucaliptos, Pachacamac, Lima 2024

Este análisis vehicular se realizó por un pedido de 24 horas los 7 días de la semana consecutivamente, se realizó el día de 3 junio del 2024 hasta el 9 de junio del 2024, logrando así un mejor análisis de los vehículos que pasan por esta avenida.

**Tabla 1** Tráfico semanal Vehicular

Tráfico semanal vehicular								
/	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total, semanal
<b>Autos</b>	15	13	12	15	16	14	10	95
<b>Station Wagon</b>	11	13	6	7	9	10	12	68
<b>Camioneta</b>	9	7	11	14	8	14	5	68
<b>C2</b>	4	6	3	5	7	4	5	34
<b>C3</b>	2	4	0	3	0	4	2	15
<b>Total</b>	41	43	32	44	40	46	34	280

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2** Información para el diseño de la calzada

Pavimento Rígido	
Periodo	20 años
CVR - Sub Rasante	16%
Tasa de Crecimiento, r	3.1
Calidad del drenaje	Regular 24%
Concreto Hidráulico	Con pasadores
Características de la vía	1 calzada, 2 Sentidos y un carril

Fuente: Elaboración propia

### Ejes Equivalentes

Como resultado del conteo vehicular y hallando los ejes equivalentes tenemos un tipo de tráfico 5 según al Manual de carreteras.

$$ESAL=W18= 1,128,650.45$$

**Tabla 3** Ejes Equivalentes de 8.2t, para pavimentos rígidos

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
TP5	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE

Fuente: Manual de carreteras 2014

**Tabla 4** Valores correspondientes según el trafico

RANGOS PESADO DE TRÁFICO	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN (Mr)	RESISTENCIA MÍNIMA de COMPRESIÓN (F'C)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Manual de carreteras 2014

Según a nuestro resultado de la ESAL 1,128,650.45 Basándonos en la tabla 3 tenemos como resultado un tipo 5 de tráfico, en el cual guiándonos por nuestra tabla 4 tenemos como resistencia mínima de nuestro concreto 280kg/cm<sup>2</sup> y resistencia mínima al flexo compresión de 40 kg/cm<sup>2</sup>.

### Resultados de las calicatas del tipo de suelo de la zona

#### Calicata 1

Profundidad (0.00 – 0.40): Este suelo se encuentra contaminado con restos orgánicos.

Estrato M-1 (0.40 – 1.80m), El suelo contiene una pequeña cantidad de tierra fina inorgánica, y se encontraron gravas dentro del estrato. La fracción fina supera la malla N° 200 en un 3,4%, no se han encontrado los límites de consistencia, plasticidad (LL = 0, IP = NP); el estrato de humedad muy baja, medio compacto a compacto y de color marrón oscuro. Las gravas representan el 23,2%, de arena 73.4% de grano fino a medianamente grueso.

Clasificado como: **SP**

Estrato M-2 (1.80 – 3.00 m), Consiste en grava bien graduada con un 60,2% de piedra grande a mediana, angular a subangular, de textura dura y áspera. El tamaño máximo es de 2 1/2" y tiene un 36,9% de arena fina a mediana gruesa. Tenemos agregado fino que pasa la malla N.º 200 en un 2,9% y es no plástico (LL=

0, IP= NP). Es ligeramente húmedo a mojado, muy compacto y de color marrón claro. No hay bloques ni rocas. depósitos marinos.

No se encontró capa freática.

Clasificado en el laboratorio como GM

## **Calicata 2**

Profundidad (0.00 – 0.50 m)

Suelo superficial contaminado con restos orgánicos.

Estrato M-1 (0.50 – 2.20 m), Se encontró un suelo con gravas inorgánicas representativas. El 35,2% está representado por gravas, el 61,1% es de grano fino a medio grueso, el 3,7% pasa la muestra No200, sin límites de cohesión, plasticidad (LL= 0, IP= NP); se encontró un estrato muy húmedo, medio compacto a compacto, de color marrón oscuro. Origen de los depósitos marinos.

Arena mal gradada.

Clasificada en laboratorio como SP

Estrato M-2 (2.20 – 3.50 m), Se compone de un 63,5% de grava de alta calidad, de tamaño grande a mediano, de forma angular a subangular, de textura dura e irregular, con un tamaño máximo de 3". Tiene un 34,4% de arena fina a media gruesa, agregado fino que pasa la malla N° 200 en un 2,1%, no plástica (LL= -.-, IP= NP); ligeramente húmeda a húmeda, muy compacta y de color marrón claro. Sin bloques, 3% de rocas. depósitos marinos.

No se ha encontrado capa freática.

clasificado en el laboratorio como GW

## **Calicata 3**

Profundidad (0.00 – 0.40 m), Suelo superficial contaminado con restos orgánicos.

Estrato M-1 (0.40 – 2.00 m), Se encontró suelo con gravas inorgánicas representativas. El porcentaje de gravas es del 39,3%, de arena 56,6% fino a medio grueso, pasante la malla N°200 en un 4.1%, no se encontraron límites de cohesión,

plástico (LL= 0, IP= NP); un estrato muy húmedo, medio compacto a compacto, de color marrón oscuro. Procede de depósitos marinos.

Arena mal gradada.

Clasificado en laboratorio como: SP

Estrato M-2 (2.00 – 3.50 m), Consiste en grava bien graduada, 67,2% grande a mediana, angular a subangular, de textura dura, irregular, con un tamaño máximo de 3". Tiene un 30,8% de arena fina a media gruesa, con agregado fino que pasa la malla n.º 200 en un 2,0%, no plástica (LL= 0, IP= NP); ligeramente húmeda a mojada, muy compacta y de color marrón claro. Sin bloques ni rocas. Depósitos marinos.

No se encontró nivel freático.

El laboratorio está clasificado como GW

**Tabla 5** Sub rasante

Nº	CBR	UND	C-1	C-2	C-3
1	Contenido de Humedad	%	5	4.9	5
2	Densidad Húmeda	g/cm1	1.594	1.62	1.613
3	Densidad Seca	g/cm2	1.519	1.544	1.537
4	Esfuerzo Normal	kg/cm2	0.5	1	2

**Fuente:** Elaboración propia

### Diseño para el pavimento rígido

- Crecimiento Vehicular R= 3.1%
- Tiempo de Vida n=20 años
- Factor direccional (Fd) = 0.5
- Factor carril (F'c) = 1

$$(FD * Fca.) = 0.5$$

$$\#EE = 365 * (\sum fIMDa) * Fd * Fc * Fca$$

$$ESAL \ 1 \ 128 \ 650.45 \ (0.50) = 564 \ 325$$

- Nivel de confiabilidad 90%



- Coeficiente de reacción cambiada (kc) 52
- Espesor subbase granular MTC 15
- CBR mínimo sub base (%) 23%
- Nota: según la figura 13 se tomaron 2 sentidos y 1 carril aplicando AASHTO 93
- *Fuerza de Crecimiento*

$$F_c = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

- Reemplazando nuestros datos tenemos una fuerza de crecimiento

$$F_c = \frac{(1+3.1\%)^{20} - 1}{3.1\%} = 27$$

### Concreto del pavimento:

- Al tener una ESAL de 1,128,650.45
- Resistencia  $F'_c$  3 982.536 Psi

$$3\,982.536 * 0.07 = 278.77 = 280 \text{ kg/cm}^2$$

### El módulo elástico que presenta el concreto

Según AASHTO'93, se puede estimar el módulo elástico utilizando una correlación, precisando la correlación sugerida por ACI:

$$E = 57,000 \times (F'_c)^{0.5}; \text{ (f'c en PSI)}$$

Reemplazando:

$$E = 57,000 \times (3\,982.536)^{0.5}; \text{ (F'c en PSI)}$$

$$E = 3,597,118.155 \text{ PSI}$$

El módulo de rotura se representa mediante la siguiente formula

$$M_r = a\sqrt{f_c}$$

Donde los valores "a" varían entre 1.99 y 3.18

$$\text{Siendo el } M_r = a\sqrt{f_c} = 615.297 \text{ Psi}$$

$$M_r = 43.07 \text{ kg/cm}^2$$

**Tabla 6** Valores correspondientes según el tráfico

RANGOS PESADO DE TRAFICO	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN (Mr)	RESISTENCIA MÍNIMA de COMPRESIÓN (F'C)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm2	280 kg/cm2

Fuente: Manual de carreteras 2014

Nuestro diseño cumple con las características que nos muestra la tabla 6 del manual de carreteras 2014, llegando a la resistencia mínima para pavimento rígido de 280kg/cm2.

### Hallamos la Servisiabilidad

**Tabla 7** Índice de serviciabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Resto de Caminos	TP5	1,000,001 1,500,000	4.3	2.5	1.8

Fuente: Manual de carreteras, 2014

Según La nuestra tabla 7 tenemos como el índice de serviciabilidad inicial, final y diferencial de acuerdo a nuestros ejes equivalentes TP5.

- Índice inicial para el TP5 es (PI) =4.3
- Índice de final (PT) =2.5
- Diferencial (ΔPSI) =1.8

### Drenaje

La calidad del drenaje es regular a un 23%

**Tabla 8** Coeficiente de drenaje de las capas granulares Cp

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.9

Fuente: Manual de carreteras 2014

De acuerdo a nuestra tabla 8 el coeficiente del drenaje, Cd será 0.95 sabiendo que la calidad del drenaje es Regular.

### Transferencia de cargas

**Tabla 9** Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J

Tipo de Berma	J			
	ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	(con pasadores)	(sin pasadores)	(con pasadores)	(sin pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

**Fuente:** Manual de carreteras Sección, Suelos y pavimentos, 2014

Según a la tabla 9 tenemos una transferencia de carga 2.8 con pasadores en concreto hidráulico.

**Tabla 10** Valores de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (ZR)

TIPO DE CAMINOS	TIPO DE CAMINOS	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Resto de Caminos	TP5	1,000,001 1,500,000	85%	-1.036

**Fuente:** Manual de carreteras 2014

De acuerdo a nuestra tabla N°10 y nuestro tipo de ejes equivalentes acumulados tenemos como:

- El rango típico sugerido por AASHTO está comprendido entre 0.30 < So < 0.40, en el presente Manual se recomienda un So = 0.35.

Con todos nuestros datos ya desarrollados reemplazamos en la ecuación de diseño AASTHO 93:

$$\log_{10} W_{18} = z_R \times S_0 + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times \rho_t) \log_{10} \left[ \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times j \times \left( D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right]$$

**Figura 5** Ecuación de diseño AASTHO 93

Reemplazando en la ecuación los datos tendremos un espesor de losa de 6.93 in= 176 mm. Tendríamos un grosor de losa de 20 cm.

**Cuanto de SLUMP nos resulta al incorporar las fibras de hierro, respecto a nuestro diseño concreto de diseño.**

**Ensayo Slump:** Esta información nos proporciona datos relevantes sobre el hormigón fluido y homogéneo en estado fresco y es una herramienta muy importante para comprobar la calidad de la mezcla. En la Tabla 11 se observa que el asentamiento máximo de pavimentos y losas es de 8 cm.

**Tabla 11** Revenimiento

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Revenimiento (cm)	
	MAXIMO	MÍNIMO
<b>Pavimentos y losas</b>	8	2

**Fuente:** RNC-07- Tabla N. 33; Página 107.

**Tabla 12** Tipos de trabajabilidad según el Slump

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Tipo de compactación
Seca	0" a 2"	<b>Poco trabajable</b>	Vibrado normal
Plástica	3" a 4"	<b>Trabajable</b>	Vibrado Ligero
Fluida	Mayor a 5"	<b>Muy trabajable</b>	Chuseado

**Fuente:** NTP339.035; ASTM C 143

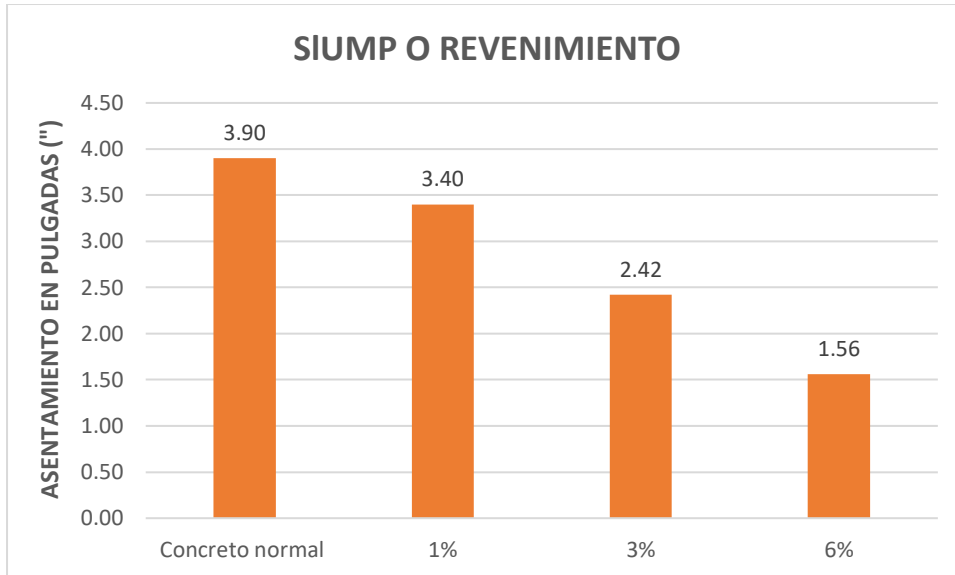
### **Resultados obtenidos del laboratorio sobre el asentamiento**

Se analizaron los resultados obtenidos con el diseño sin fibras de hierro y sin hierro, para las probetas circulares y vigas.

**Tabla 13** Asentamiento del concreto (Slump) sin fibra y con fibra de hierro

	Slump	%	% de Variación
Concreto sin fibras de acero	3.90	100.00%	0%
Concreto con fibra de acero (1%)	3.40	87.18%	13%
Concreto con fibra de acero (3%)	2.42	62.05%	38%
Concreto con fibra de acero (6%)	1.56	40.00%	60%

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 6** Asentamiento de muestras realizadas

**Fuente:** Elaboración propia, 2024

### Diseño de mezcla

Para obtener resultados, primero realizamos un diseño de mezcla establecido y utilizamos los datos recolectados en el laboratorio con una relación de 0.55 de a/c, luego de obtener su resistencia máxima, cumplimos con el diseño que queríamos lograr de 210 kg/cm<sup>2</sup>, incorporando fibra de hierro.

### Diseño del concreto:

#### Características Generales

Designación .....	f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>
SLUMP.....	3" - 4" (slump 3.9")
a / c de diseño.....	0.55
a / c de obra .....	0.56
Proporciones de diseño .....	1.0: 2.14: 2.66
Proporciones de obra .....	1.0: 2.17: 2.67

#### Cantidad de material por m<sup>3</sup> de concreto en obra

Cemento .....	367	kg.
Arena .....	797	kg.
Piedra.....	979	kg.
Agua .....	204	lt.

### Cantidad de material por bolsa de cemento en obra

Cemento.....	42.5 Kg.
Arena .....	92.2 Kg.
Piedra.....	113.3 Kg.
Agua .....	23.6 lt/bolsa

### Proporciones aproximadas en Volumen

Proporciones.....	1.0: 2.13: 2.72
Agua.....	23.6 lt/bolsa

Se mostro las características del concreto, pero en este proyecto se incorporó fibras de hierro reciclado en 1%, 3% y 6%, por lo cual el diseño varía según se agrega las fibras de acero, del cual cambiara la resistencia según la cantidad agregada.

**Tabla 14** Fibra de hierro empleada por m3

% de Fibra de acero	Peso
1%	3.67kg
3%	11.2kg
6%	22.04kg

**Fuente:** Elaboración propia

### Resultados de laboratorio de resistencia a la compresión (f'c Kg/cm2)

**Tabla 15** Resultados de los ensayos en laboratorio de compresión sin fibras de acero

Resultados patrón 0%									
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (KN)	ÁREA (cm2)	TIPO DE FALLA	ESFUERZO (kg/cm2)	PROMEDIO (kg/cm2)
1	21/05/2024	28/05/2024	7	102.4	184.50	82.31	2	229	
2	21/05/2024	28/05/2024	7	102.6	184.53	82.71	2	227	222.00
3	21/05/2024	28/05/2024	7	102.8	171.05	82.94	2	210	
4	21/05/2024	04/06/2024	14	102.2	205.18	81.95	3	255	
5	21/05/2024	04/06/2024	14	102.4	200.71	82.38	3	248	253.67

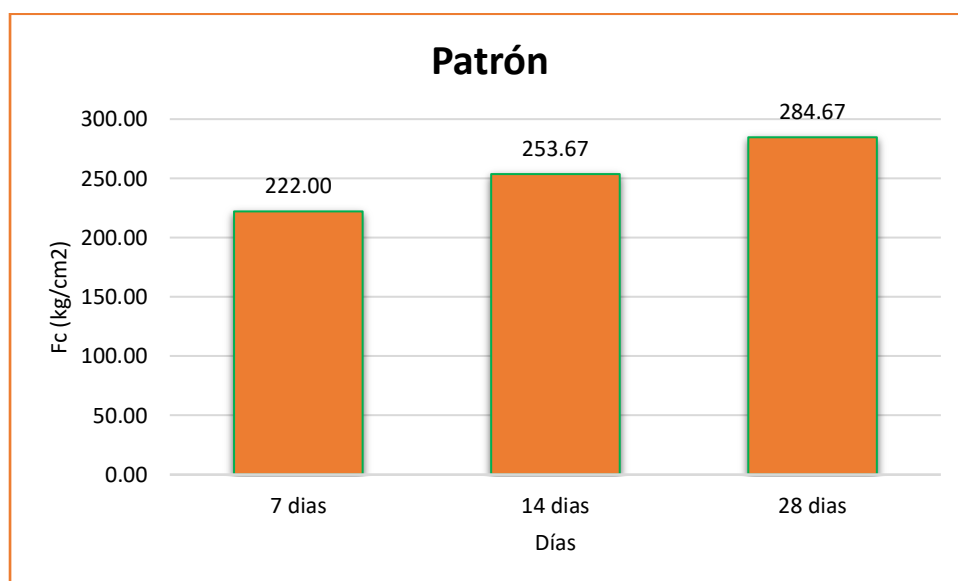
6	21/05/2024	04/06/2024	14	102.4	208.02	82.27	3	258	
7	21/05/2024	18/06/2024	28	101.6	223.50	81.11	2	281	
8	21/05/2024	18/06/2024	28	101.4	225.63	80.72	2	285	284.67
9	21/05/2024	18/06/2024	28	101.4	228.25	80.67	2	288	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16** Promedio concreto patrón

Prueba de laboratorio sin fibras de acero reciclado			
	7 días	14 días	28 días
Resultado 1	229	255	281
Resultado 2	227	248	285
Resultado 3	210	258	288
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	222.00	253.67	284.67

Fuente: Elaboración propia



**Figura 7** Gráfico de barras del concreto patrón

Fuente: Elaboración propia, 2024

En la tabla 16 se da a conocer los resultados de compresión, se realizó 9 probetas en base a nuestro diseño sin ninguna incorporación de fibras de hierro, de los cuales se realizó la rotura de probetas, mostrándonos como resultado 222 kg/cm<sup>2</sup>, 253.67 kg/cm<sup>2</sup> y 284.67 kg/cm<sup>2</sup>. para luego ser comparadas con los otros ensayos incorporando la fibra de acero.

**Tabla 17** Resultados de los ensayos en laboratorio de compresión incorporando 1% de fibras de acero

Resultados patrón 1%

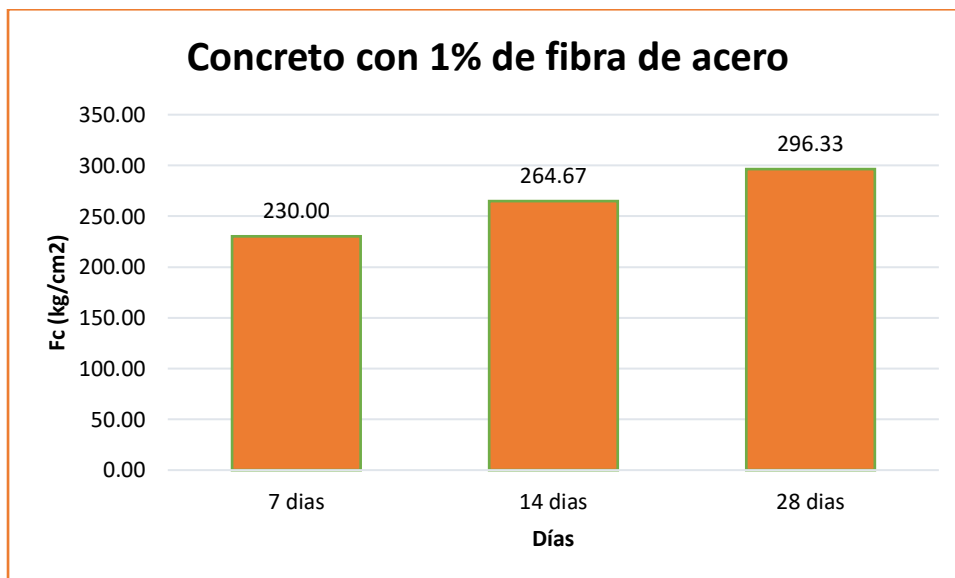
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	DIAMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	TIPO DE FALLA	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO
1	21/05/2024	28/05/2024	7	101.1	179.48	80.24	2	228	
2	21/05/2024	28/05/2024	7	101.0	180.0	80.2	2	229	230.00
3	21/05/2024	28/05/2024	7	100.3	180.54	78.97	1	233	
4	21/05/2024	04/06/2024	14	101.3	215.51	80.56	3	273	
5	21/05/2024	04/06/2024	14	101.3	202.69	80.56	2	256	264.67
6	21/05/2024	04/06/2024	14	101.4	210.09	80.75	2	265	
7	21/05/2024	18/06/2024	28	101.4	236.88	80.74	2	299	
8	21/05/2024	18/06/2024	28	101.4	238.58	80.8	2	301	296.33
9	21/05/2024	18/06/2024	28	101.4	229.18	80.75	1	289	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 18** Promedio concreto + 1% de fibra de acero

Prueba de laboratorio con fibras de acero reciclado al 1%			
	7 días	14 días	28 días
Resultado 1	228	273	299
Resultado 2	229	256	301
Resultado 3	233	265	289
F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	230.00	264.67	296.33

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 8** Gráfico de barras del concreto + 1 % de fibra de acero

**Fuente:** Elaboración propia, 2024

Los resultados que nos da a conocer la tabla 17 de los ensayos de fuerza a la compresión, de los que se realizó 9 probetas adicionando a nuestro concreto el 1% de fibras de acero reciclado equivalente a 3.67kg/m<sup>3</sup>, luego de realizar el promedio de las 9 probetas ensayadas nos dio como resultado 230 kg/cm<sup>2</sup>, 264.67 kg/cm<sup>2</sup> y 296.33 kg/cm<sup>2</sup>.



**Tabla 19** Resultados de los ensayos en laboratorio de compresión incorporando 3% de fibras de acero

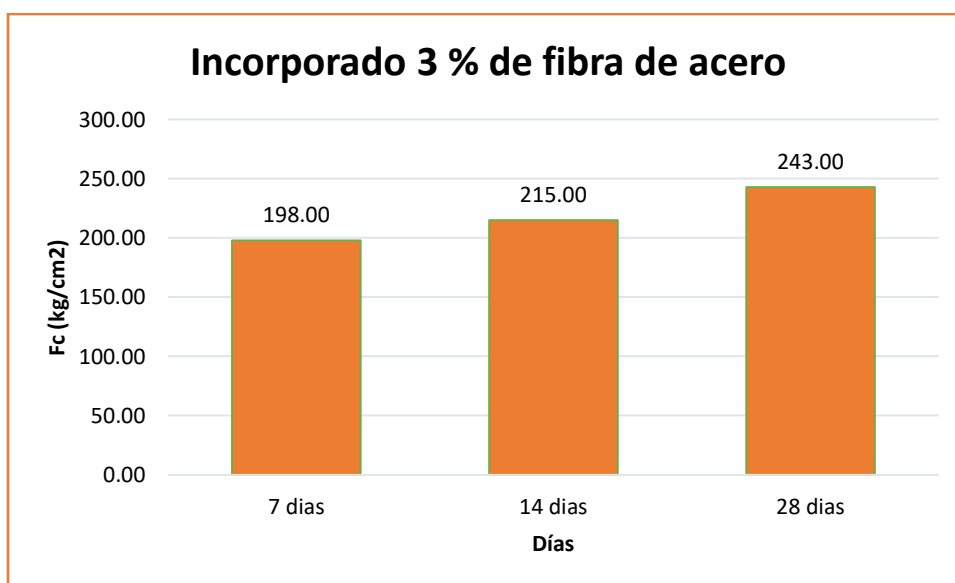
Resultados patrón 3%									
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	DIAMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	TIPO DE FALLA	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO
1	21/05/2024	28/05/2024	7	101.1	156.09	80.28	2	198	198.00
2	21/05/2024	28/05/2024	7	101.0	160.24	80.11	2	204	
3	21/05/2024	28/05/2024	7	101.3	152.13	80.60	2	192	
4	21/05/2024	04/06/2024	14	101.3	169.93	80.53	3	215	215.00
5	21/05/2024	04/06/2024	14	101.1	171.11	80.28	3	217	
6	21/05/2024	04/06/2024	14	101.3	168.55	80.52	3	213	
7	21/05/2024	18/06/2024	28	101.3	197.74	80.6	2	250	243.00
8	21/05/2024	18/06/2024	28	101.3	190.38	80.6	2	241	
9	21/05/2024	18/06/2024	28	101.4	188.69	80.8	2	238	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 20** Promedio concreto + 3% de fibra de acero

Prueba de laboratorio con fibras de acero reciclado al 3%			
	7 días	14 días	28 días
Resultado 1	198	215	250
Resultado 2	204	217	241
Resultado 3	192	213	238
F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	198.00	215.00	243.00

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 9** Gráfico de barras del concreto + 3 %

**Fuente:** Elaboración propia, 2024

En la tabla 19 nos muestra que se realizaron 9 ensayos de resistencia a la compresión incorporando 3 % de fibra de fierro reciclado equivalente a 11.20kg/m<sup>3</sup>, de las cuales, realizando el promedio de los ensayos realizados, se obtuvo una resistencia de 198 kg/cm<sup>2</sup>, 215 kg/cm<sup>2</sup> y 243 kg/cm<sup>2</sup>. Se observa que, al incorporar más acero reciclado, muestra características negativas.

**Tabla 21** Resultados de los ensayos en laboratorio de compresión incorporando 6% de fibras de acero

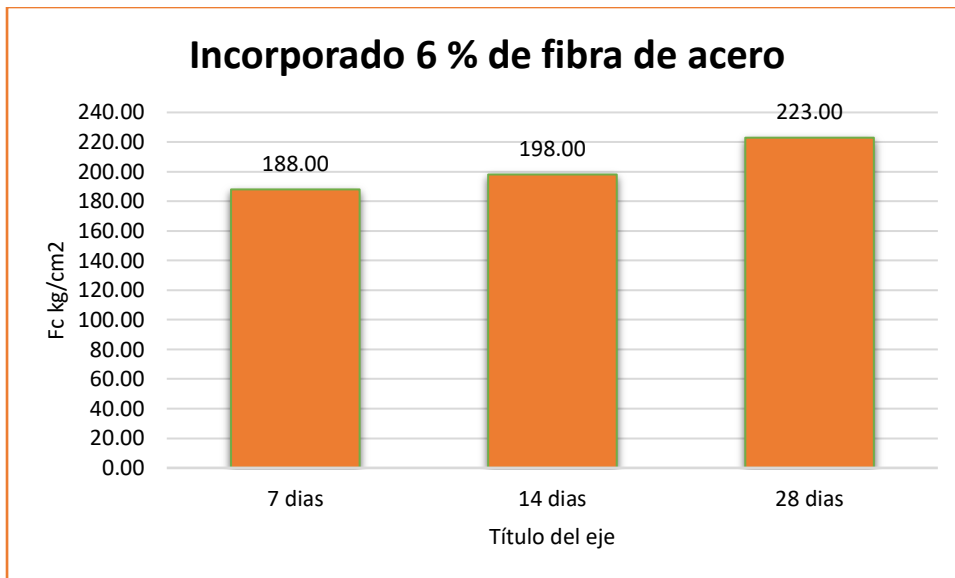
Resultados patrón 6%									
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	DIAMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	TIPO DE FALLA	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO
1	21/05/2024	28/05/2024	7	102.2	152.03	82.08	2	189	
2	21/05/2024	28/05/2024	7	102.2	152.91	82.03	1	190	188.00
3	21/05/2024	28/05/2024	7	101.7	147.76	81.23	1	185	
4	21/05/2024	04/06/2024	14	101.2	156.36	80.36	3	198	
5	21/05/2024	04/06/2024	14	101.4	154.31	80.67	3	195	198.00
6	21/05/2024	04/06/2024	14	101.5	159.81	80.88	2	201	
7	21/05/2024	18/06/2024	28	101.3	174.16	80.67	2	220	
8	21/05/2024	18/06/2024	28	101.6	176.55	81.03	1	222	223.00
9	21/05/2024	18/06/2024	28	101.7	180.69	81.2	1	227	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 22** Promedio concreto + 6% de fibra de acero

Prueba de laboratorio con fibras de acero reciclado al 6%			
	7 días	14 días	28 días
Resultado 1	189	198	220
Resultado 2	190	195	222
Resultado 3	185	201	227
F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	188.00	198.00	223.00

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 10** Gráfico de barras del concreto + 6 % de fibra de acero

**Fuente:** Elaboración propia, 2024

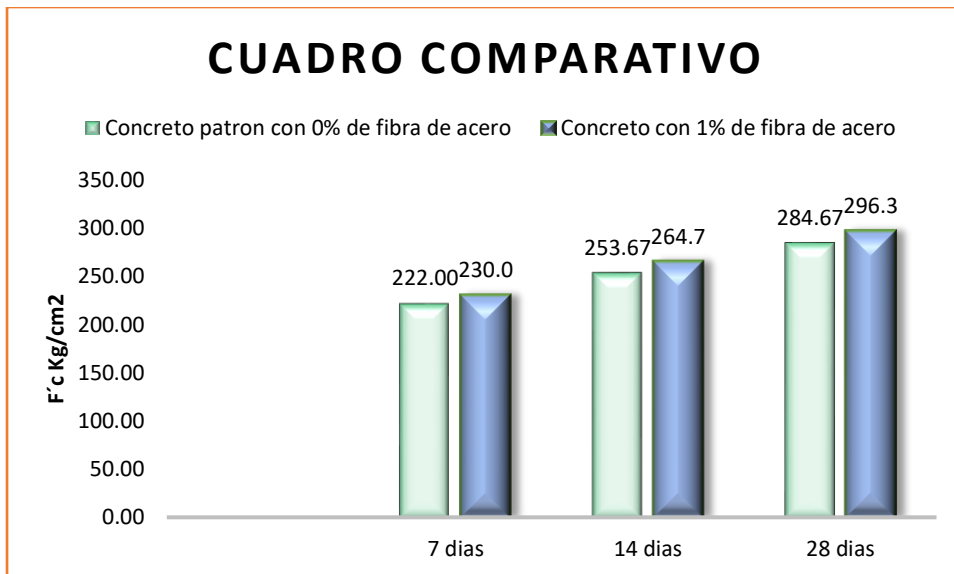
La tabla 21 se observa que el promedio realizado de los ensayos de laboratorio de 9 probetas incorporando el 6% de fibra de acero equivalente a 22.04kg/m<sup>3</sup>, de los cuales se realizó 9 roturas de dando como resultado 188.00kg/cm<sup>2</sup>, 198.00kg/cm<sup>2</sup> y 223.00kg/cm<sup>2</sup>.

### Variación de resultados de los ensayos de compresión

**Tabla 23** Comparación del concreto patrón con el concreto 1 % de fibra de acero incorporado al concreto

	Concreto patrón con 0% de fibra de acero	Concreto con 1% de fibra de acero
7 días	222.00	230.0
14 días	253.67	264.7
28 días	284.67	296.3

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 11** Gráfico comparativo entre el concreto patrón y con la adición de 1% de fibra

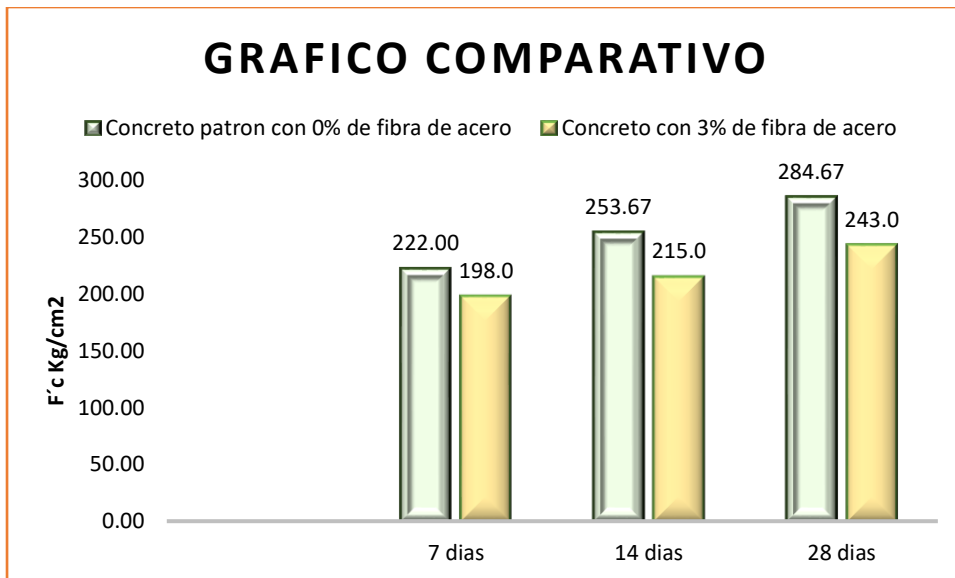
**Fuente:** Elaboración propia, 2024

El concreto con 1% de fibra de acero reciclada, que equivale a 3.67 kg/m<sup>3</sup>, aumentó su resistencia a la compresión después de 28 días a 296.3 kg/cm<sup>2</sup>, como se muestra en la Tabla 23 y la Figura 11. Esto mejoró sus propiedades en comparación con el concreto patrón.

**Tabla 24** Comparación del concreto patrón con el concreto 3 % de fibra de acero incorporado al concreto

	Concreto patrón con 0% de fibra de acero	Concreto con 3% de fibra de acero
7 días	222.00	198.0
14 días	253.67	215.0
28 días	284.67	243.0

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 12** Gráfico comparativo entre el concreto patrón y con la adición de 3% de fibra

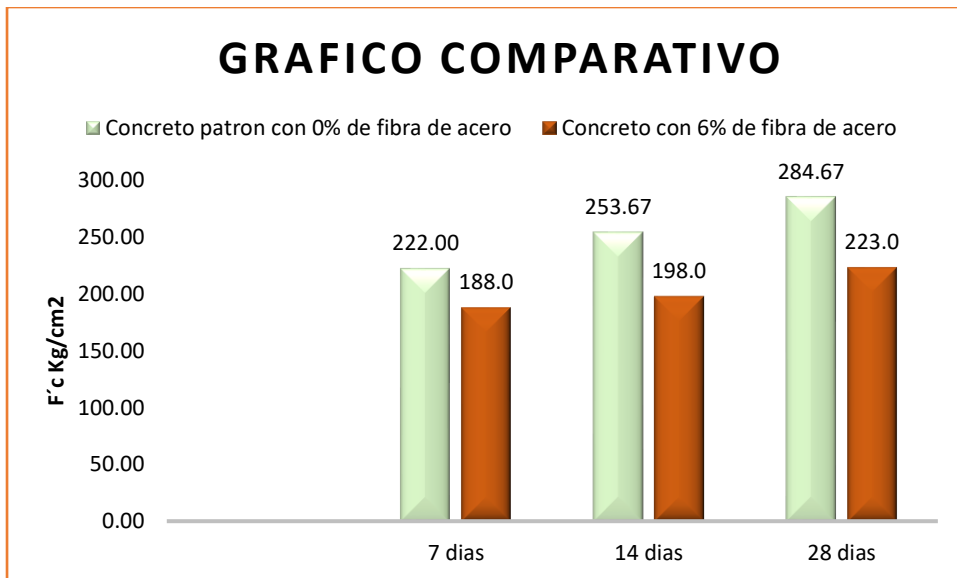
**Fuente:** Elaboración propia, 2024

La adición del 3% de fibra de acero reciclado, que equivale a 11.20 kg/m<sup>3</sup>, reduce la resistencia máxima en 28 días a 243 kg/cm<sup>2</sup>, lo que reduce las propiedades del diseño establecidas, como se observa en la Tabla 24 y la Figura 12.

**Tabla 25** Comparación del concreto patrón con el concreto 6 % de fibra de acero incorporado al concreto

	Concreto patrón con 0% de fibra de acero	Concreto con 6% de fibra de acero
7 días	222.00	188.0
14 días	253.67	198.0
28 días	284.67	223.0

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 13** Gráfico comparativo entre el concreto patrón y con la adición del 6% de fibra

**Fuente:** Elaboración propia, 2024

Se distingue en la tabla 24 y figura 13 que al concreto patrón se le adiciono un 6% de fibra de acero reciclado equivalente a 22.04 kg/m<sup>3</sup>, por lo que luego de esperar los 28 días, se observa su resistencia máxima, mostrándonos como resultado que bajo el f'c en un 223kg/cm<sup>2</sup>.

## Resultados de las pruebas de laboratorio de resistencia a la tracción (Kg/cm<sup>2</sup>)

**Tabla 26** Resultados de los ensayos en laboratorio de tracción sin fibras de acero

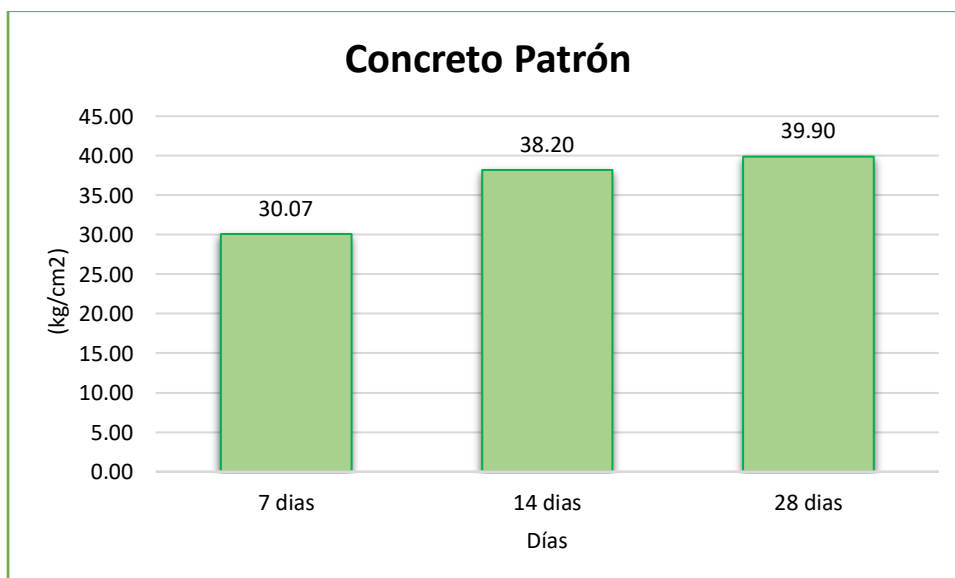
Resultados patrón 0%									
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (KN)	FUERZA MAXIMA (kg)	LONGITUD (cm <sup>2</sup> )	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	21/05/2024	28/05/2024	7	10.16	99.43	10135.00	20.40	31.10	
2	21/05/2024	28/05/2024	7	10.15	90.22	9196.00	20.50	28.10	30.07
3	21/05/2024	28/05/2024	7	10.10	99.40	10132.00	20.60	31.00	
4	21/05/2024	04/06/2024	14	10.16	122.12	12448.00	20.30	38.40	
5	21/05/2024	04/06/2024	14	10.14	122.05	12441.00	20.40	38.30	38.20
6	21/05/2024	04/06/2024	14	10.20	122.23	12459.00	20.50	37.90	
7	21/05/2024	18/06/2024	28	10.20	131.73	13428.00	20.30	41.30	
8	21/05/2024	18/06/2024	28	10.35	130.07	13258.00	20.40	40.00	39.90
9	21/05/2024	18/06/2024	28	10.25	124.29	12669.00	20.50	38.40	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27** Promedio concreto patrón

Prueba de laboratorio con fibras de acero reciclado al 0%			
	7 días	14 días	28 días
Resultado 1	31.10	38.40	41.30
Resultado 2	28.10	38.30	40.00
Resultado 3	31.00	37.90	38.40
(kg/cm <sup>2</sup> )	30.07	38.20	39.90

Fuente: Elaboración propia



**Figura 14** Gráfico de barras del concreto patrón

Fuente: Elaboración propia, 2024

Los resultados de la tracción se muestran en la Tabla 26. Se realizaron 9 pruebas según nuestro diseño sin incorporar fibras de acero, y las pruebas se fracturaron para determinar la resistencia a la tracción, como se muestra en la Figura 14. Los valores fueron de 30.07 kg/cm<sup>2</sup>, 38.20 kg/cm<sup>2</sup> y 39.90 kg/cm<sup>2</sup>, que luego se compararon con otros ensayos con fibras de acero.

**Tabla 28** Resultados de los ensayos en laboratorio de tracción incorporando 1% de fibras de acero

Resultados patrón 1%									
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (KN)	FUERZA MAXIMA (kg)	LONGITUD (cm <sup>2</sup> )	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	21/05/2024	28/05/2024	7	10.2	113.33	11552	20.5	35.20	
2	21/05/2024	28/05/2024	7	10.22	107.58	10966	20.5	33.30	33.43
3	21/05/2024	28/05/2024	7	10.1	100.55	10249	20.3	31.80	
4	21/05/2024	04/06/2024	14	10.13	126.89	12934	20.3	40.00	
5	21/05/2024	04/06/2024	14	10.2	132.79	13535	20.4	41.40	39.77
6	21/05/2024	04/06/2024	14	11.11	132.49	13505	20.4	37.90	
7	21/05/2024	18/06/2024	28	10.11	134.8	13740	20.4	42.40	
8	21/05/2024	18/06/2024	28	10.22	129.92	13243	20.3	40.60	41.73
9	21/05/2024	18/06/2024	28	10.16	133.33	13590	20.2	42.20	

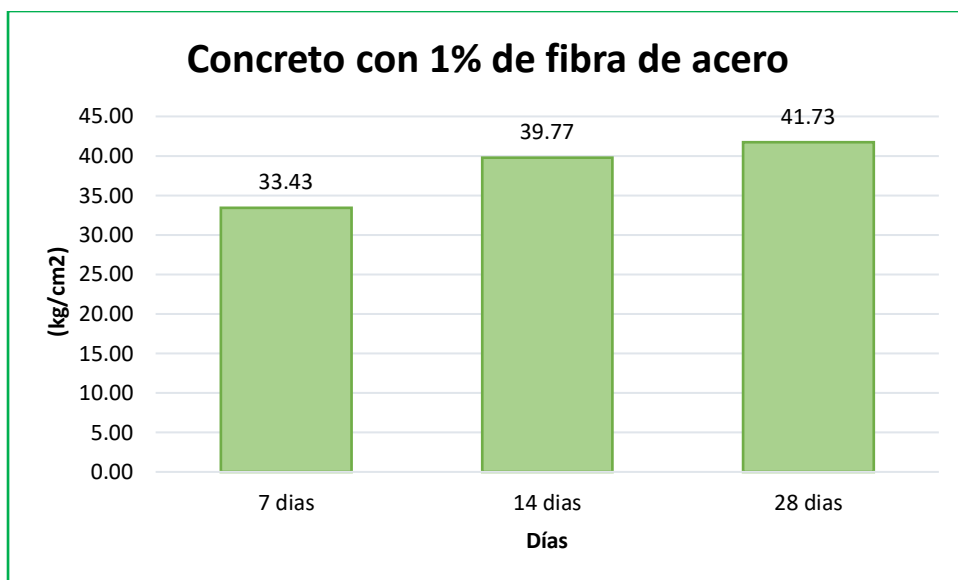
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 29** Promedio concreto + 1% de fibra de acero

Prueba de laboratorio con fibras de acero reciclado al 1%			
	7 días	14 días	28 días
Resultado 1	35.20	40.00	42.40
Resultado 2	33.30	41.40	40.60
Resultado 3	31.80	37.90	42.20
(kg/cm <sup>2</sup> )	33.43	39.77	41.73

**Fuente:** Elaboración propia





**Figura 15** Gráfico de barras del concreto + 1 % de fibra

**Fuente:** Elaboración propia, 2024

Los resultados que nos da a conocer la tabla 28 de los ensayos de fuerza a la tracción, de los que se realizó 9 probetas adicionando a nuestro concreto el 1% de fibras de acero reciclado equivalente a 3.67kg/m<sup>3</sup>, luego de realizar el promedio de las 9 probetas que dio como resultado 33.43 kg/cm<sup>2</sup>, 39.77 kg/cm<sup>2</sup> y 41.73 kg/cm<sup>2</sup>.

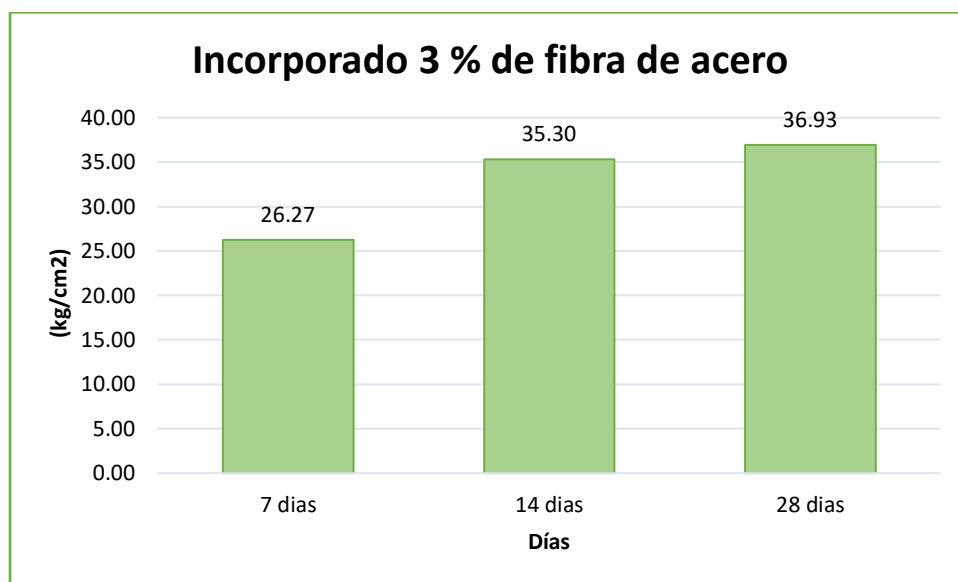
**Tabla 30** Resultados de los ensayos en laboratorio de tracción incorporando 3% de fibras de acero

Resultados patrón 3%									
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (KN)	FUERZA MAXIMA (kg)	LONGITUD (cm <sup>2</sup> )	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	21/05/2024	28/05/2024	7	10.20	80.72	8227	20.40	25.20	
2	21/05/2024	28/05/2024	7	10.10	83.44	8505	20.50	26.20	26.27
3	21/05/2024	28/05/2024	7	10.10	87.53	8922	20.50	27.40	
4	21/05/2024	04/06/2024	14	10.15	111.90	11406	20.30	35.20	
5	21/05/2024	04/06/2024	14	10.16	114.26	11647	20.40	35.80	35.30
6	21/05/2024	04/06/2024	14	10.20	111.38	11352	20.30	34.90	
7	21/05/2024	18/06/2024	28	10.15	117.05	11930	20.30	36.90	
8	21/05/2024	18/06/2024	28	10.35	114.76	11698	20.30	35.40	36.93
9	21/05/2024	18/06/2024	28	10.20	122.70	12507	20.30	38.50	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 31** Promedio concreto + 3% de fibra de acero

Prueba de laboratorio con fibras de acero reciclado al 3%			
	7 días	14 días	28 días
Resultado 1	25.20	35.20	36.90
Resultado 2	26.20	35.80	35.40
Resultado 3	27.40	34.90	38.50
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	26.27	35.30	36.93



**Figura 16** Gráfico de barras del concreto + 3 % de fibra

**Fuente:** Elaboración propia, 2024

Según la Tabla 30, se realizaron nueve ensayos de resistencia a la compresión con un 3% de fibra de acero reciclada, lo que equivale a 11.20 kg/m<sup>3</sup>. La resistencia resultante fue de 26,27 kg/cm<sup>2</sup>, 35.30 kg/cm<sup>2</sup> y 36.93 kg/cm<sup>2</sup>. Se ha demostrado que agregar más acero reciclado reduce la resistencia a la tracción.

**Tabla 32** Resultados de los ensayos en laboratorio de tracción incorporando 6% de fibras de acero

Resultados patrón 6%									
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (mm)	FUERZA MÁXIMA (KN)	FUERZA MAXIMA (kg)	LONGITUD (cm <sup>2</sup> )	TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	21/05/2024	28/05/2024	7	10.2	86.37	8804	20.5	26.80	
2	21/05/2024	28/05/2024	7	10.2	81.03	8259	20.4	25.30	25.20
3	21/05/2024	28/05/2024	7	10.13	74.84	7629	20.4	23.50	
4	21/05/2024	04/06/2024	14	10.13	101.88	10385	20.2	32.30	
5	21/05/2024	04/06/2024	14	10.2	105.89	10794	20.3	33.20	32.63
6	21/05/2024	04/06/2024	14	10.11	102.36	10433	20.3	32.40	
7	21/05/2024	18/06/2024	28	10.2	117.38	11965	20.4	36.60	34.90

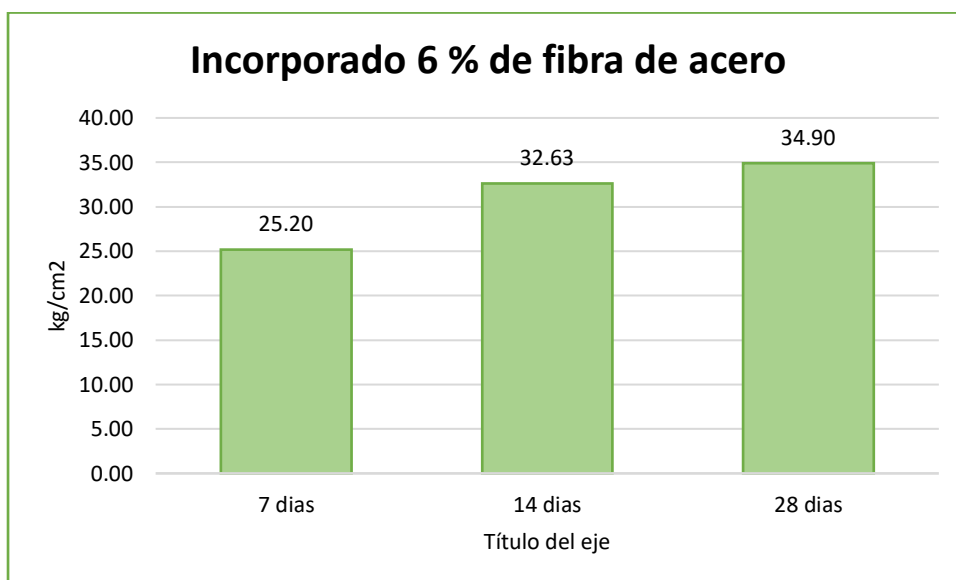
8	21/05/2024	18/06/2024	28	10.25	108.31	11040	20.3	33.80
9	21/05/2024	18/06/2024	28	10.33	110.78	11292	20.3	34.30

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 33** Promedio concreto + 6% de fibra de acero

Prueba de laboratorio con fibras de acero reciclado al 6%			
	7 días	14 días	28 días
Resultado 1	26.80	32.30	36.60
Resultado 2	25.30	33.20	33.80
Resultado 3	23.50	32.40	34.30
(kg/cm <sup>2</sup> )	25.20	32.63	34.90

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 17** Gráfico de barras del concreto + 6 % de fibra

**Fuente:** Elaboración propia, 2024

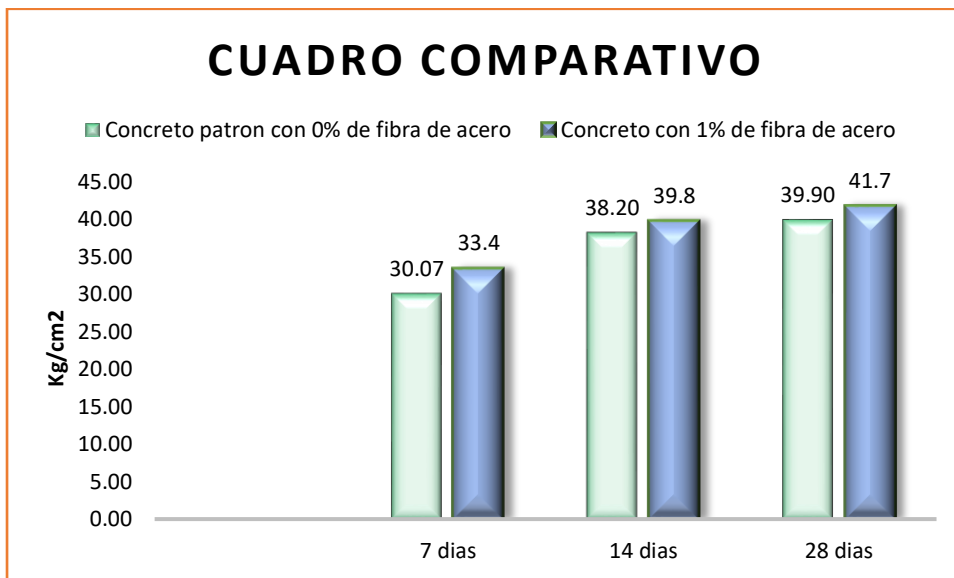
La tabla 32 nos muestra que el promedio realizado de los ensayos de laboratorio de 9 probetas incorporando el 6% de fibra de hierro equivalente a 22.04kg/m<sup>3</sup>, de los cuales si realizo 9 roturas de probetas dando como resultado de fuerza a la tracción 25.2 kg/cm<sup>2</sup>, 32.63 kg/cm<sup>2</sup> y 34.9 kg/cm<sup>2</sup>, del cual bajo considerablemente la fuerza de tracción.

## Variación de resultados de los ensayos de tracción

**Tabla 34** Comparación del concreto patrón con el concreto 1 % de fibra de acero incorporado al concreto

	Concreto patrón con 0% de fibra de acero	Concreto con 1% de fibra de acero
7 días	30.07	33.4
14 días	38.20	39.8
28 días	39.90	41.7

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 18** Gráfico comparativo entre el concreto patrón y con la adición de 1% de fibra

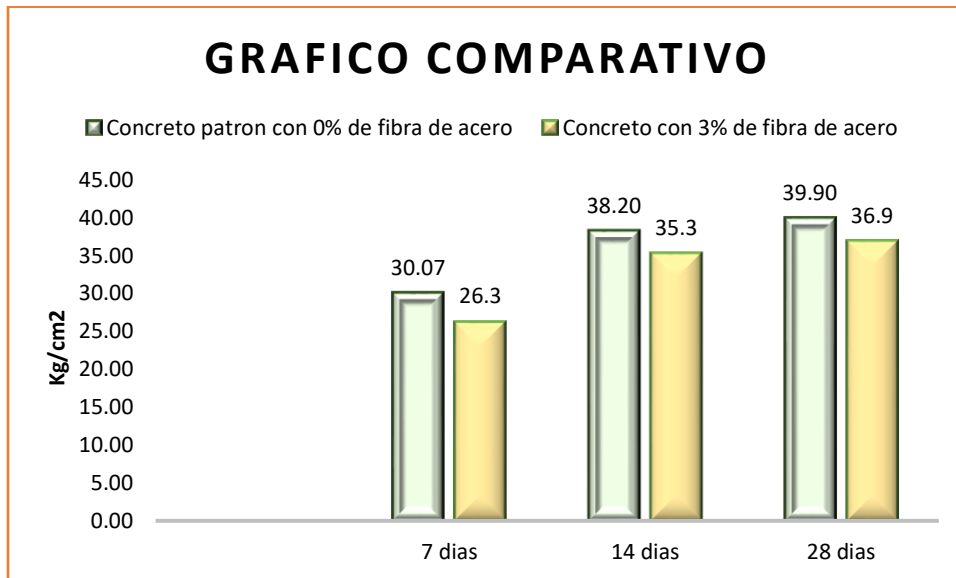
**Fuente:** Elaboración propia, 2024

En la tabla 34 y figura 18 se observa que luego de obtener su máxima resistencia a la tracción a los 28 días el concreto con 1% de fibra de hierro equivalente a 3.67 kg/m<sup>3</sup>, aumentó su resistencia a 41.7kg/cm<sup>2</sup> mejorando sus propiedades en comparación al concreto patrón, y a la vez llegando a lo que indica nuestro diseño de pavimento, también superando los valores de la tabla 6.

**Tabla 35** Comparación del concreto patrón con el concreto 3 % de fibra de acero incorporado al concreto

	Concreto patrón con 0% de fibra de acero	Concreto con 3% de fibra de acero
7 días	30.07	26.3
14 días	38.20	35.3
28 días	39.90	36.9

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 19** Gráfico comparativo entre el concreto patrón y con la adición de 3% de fibra

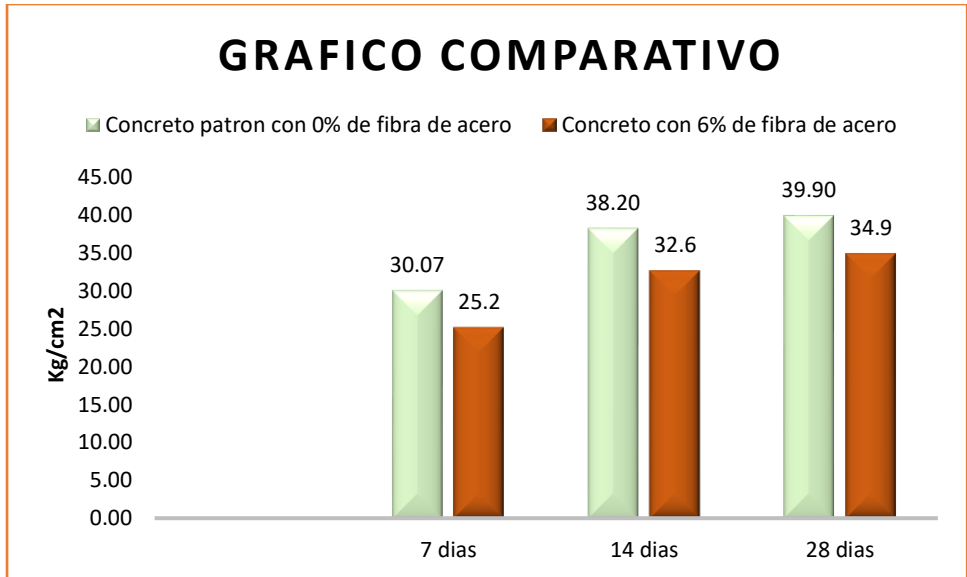
**Fuente:** Elaboración propia, 2024

En 28 días, la incorporación del 3% de fibra de acero reciclado, que equivale a 11.20 kg/m<sup>3</sup>, da como resultado una resistencia a la tracción máxima; sin embargo, disminuye a 36.9 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica una disminución en un bajo porcentaje de la resistencia a la tracción.

**Tabla 36** Comparación del concreto patrón con el concreto 6 % de fibra de acero incorporado al concreto

	Concreto patrón con 0% de fibra de acero	Concreto con 6% de fibra de acero
7 días	30.07	25.2
14 días	38.20	32.6
28 días	39.90	34.9

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 20** Gráfico comparativo entre el concreto patrón y con la adición de 1% de fibra

**Fuente:** Elaboración propia, 2024

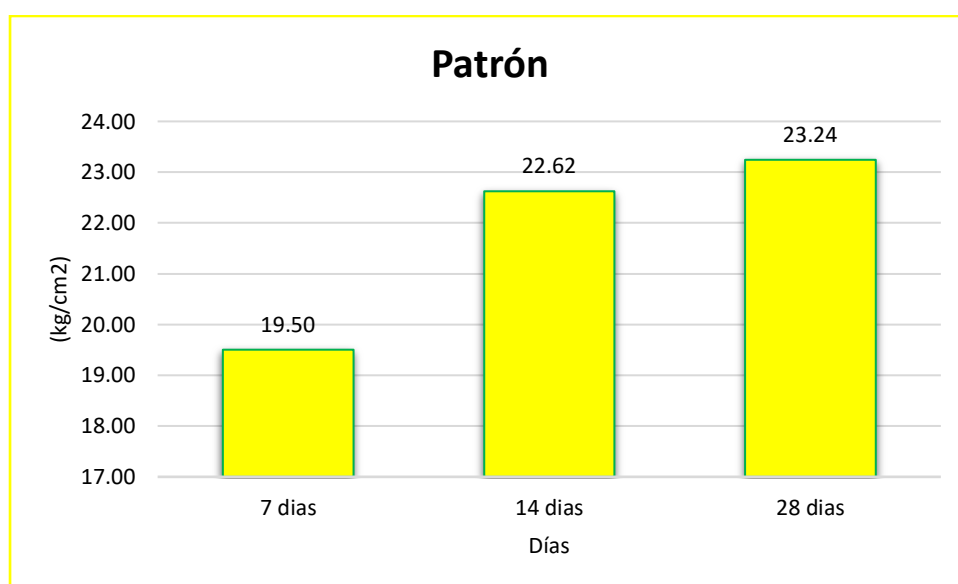
Se observa que en la tabla 36 y figura 20 que al concreto de diseño se le sumo 6% de fibra de hierro reciclado equivalente a 22.04 kg/m<sup>3</sup>, por lo que luego de esperar los 28 días, se observa su resistencia máxima, mostrándonos como resultado que bajo su resistencia a la tracción en 34.9 kg/cm<sup>2</sup>, sin poder llegar a la resistencia deseada de nuestro diseño.

## Resultados de las pruebas de laboratorio de resistencia a la flexión (Kg/cm2)

**Tabla 37** Resultados del concreto de diseño

Concreto patrón									
FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	CARGA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA
21/05/2024	28/05/2024	7 días	15.1	15	51.8	45	19.5	TERCIO CENTRAL	26.2 kg/cm2
21/05/2024	04/06/2024	14 días	15.2	15.1	52	45	22.62	TERCIO CENTRAL	29.7 kg/cm2
21/05/2024	18/06/2024	28 días	15.2	15	52	45	23.24	TERCIO CENTRAL	30.8 kg/cm2

Fuente: Elaboración propia



**Figura 21** Gráfico de barras del concreto patrón

Fuente: Elaboración propia, 2024

Los resultados de la flexión se muestran en la Tabla 37. Se realizaron tres muestras según nuestro diseño sin incorporar fibras de hierro y se rompieron para determinar la resistencia a la flexión. Estos valores se muestran en la Figura 21, que muestran 19.50 kg/cm<sup>2</sup>, 22.62 kg/cm<sup>2</sup> y 23.24 kg/cm<sup>2</sup>. Después de esto, se comparará con los ensayos con fibra de hierro reciclado.

**Tabla 38** Resultados del concreto de diseño + 1% de fibra

Concreto + el 1% de fibra									
FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	CARGA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA
21/05/2024	28/05/2024	7 días	15.1	15.1	51.5	45	20.98	TERCIO CENTRAL	28.0 kg/cm2

21/05/2024	04/06/2024	14 días	15.2	15.1	51.3	45	24.57	TERCIO CENTRAL	32.3 kg/cm <sup>2</sup>
21/05/2024	18/06/2024	28 días	15.1	15	52	45	26.12	TERCIO CENTRAL	35.0 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

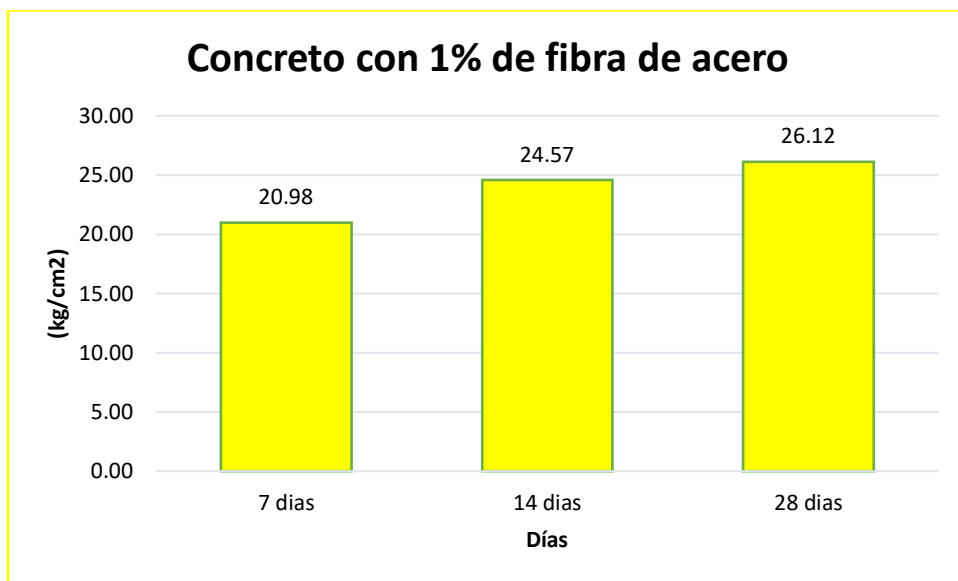


Figura 22 Gráfico de barras del concreto + 1 % de fibra

Fuente: Elaboración propia, 2024

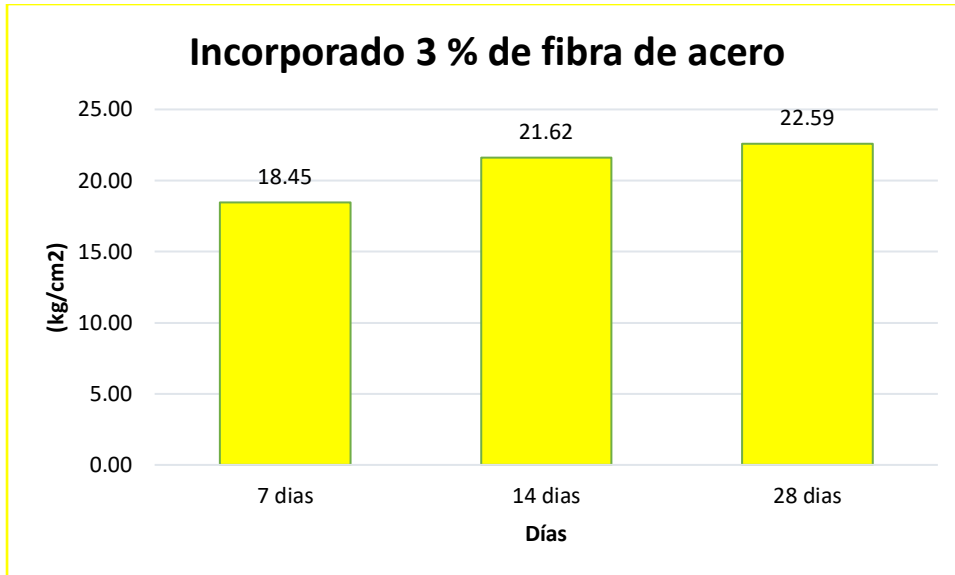
Los resultados que nos da a conocer la tabla 38 de los ensayos de fuerza a la flexión, de los que se realizó 3 probetas adicionando a nuestro concreto el 1% de fibras de hierro equivalente a 3.67kg/m<sup>3</sup>, nos dio como resultado 20.98 kg/cm<sup>2</sup>, 24.57 kg/cm<sup>2</sup> y 26.12 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 39 Resultados del concreto de diseño + 3% de fibra

Concreto + el 3% de fibra									
FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	CARGA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA
21/05/2024	28/05/2024	7 días	15.1	15	51.6	45	18.45	TERCIO CENTRAL	24.7 kg/cm <sup>2</sup>
21/05/2024	04/06/2024	14 días	15	15	51.4	45	21.62	TERCIO CENTRAL	29.4 kg/cm <sup>2</sup>
21/05/2024	28/05/2024	28 días	15	15.1	51	45	22.59	TERCIO CENTRAL	30.5 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia





**Figura 23** Gráfico de barras del concreto + 3 % de fibra

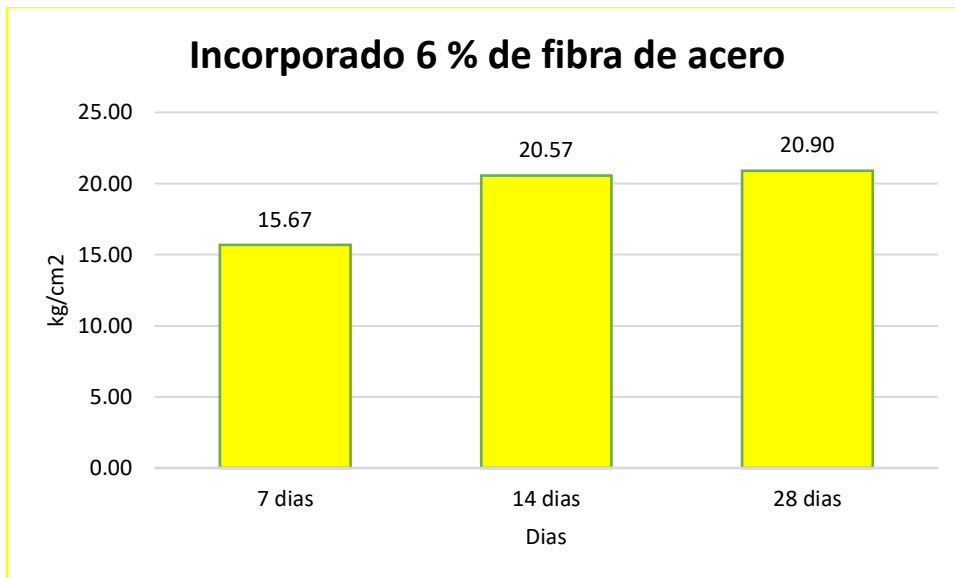
**Fuente:** Elaboración propia, 2024

La Tabla 39 muestra tres ensayos de resistencia a la flexión con fibra de acero reciclada del 3%. Las resistencias fueron de 18.45 kg/cm<sup>2</sup>, 21.62 kg/cm<sup>2</sup> y 22.59 kg/cm<sup>2</sup>, lo que equivale a 11.20 kg/m<sup>3</sup>. Se ha demostrado que aumentar la cantidad de acero reciclado reduce la resistencia a la flexión.

**Tabla 40** Resultados del concreto de diseño + 6% de fibra

Concreto + el 6% de fibra									
FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	CARGA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA
21/05/2024	28/05/2024	7 días	15	15	51.2	45	15.67	TERCIO CENTRAL	21.3 kg/cm <sup>2</sup>
21/05/2024	04/06/2024	14 días	15.1	15.3	52	45	20.57	TERCIO CENTRAL	27.0 kg/cm <sup>2</sup>
21/05/2024	28/05/2024	28 días	15	15.1	51	45	20.9	TERCIO CENTRAL	28.2 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 24** Gráfico de barras del concreto + 6 % de fibra

**Fuente:** Elaboración propia, 2024

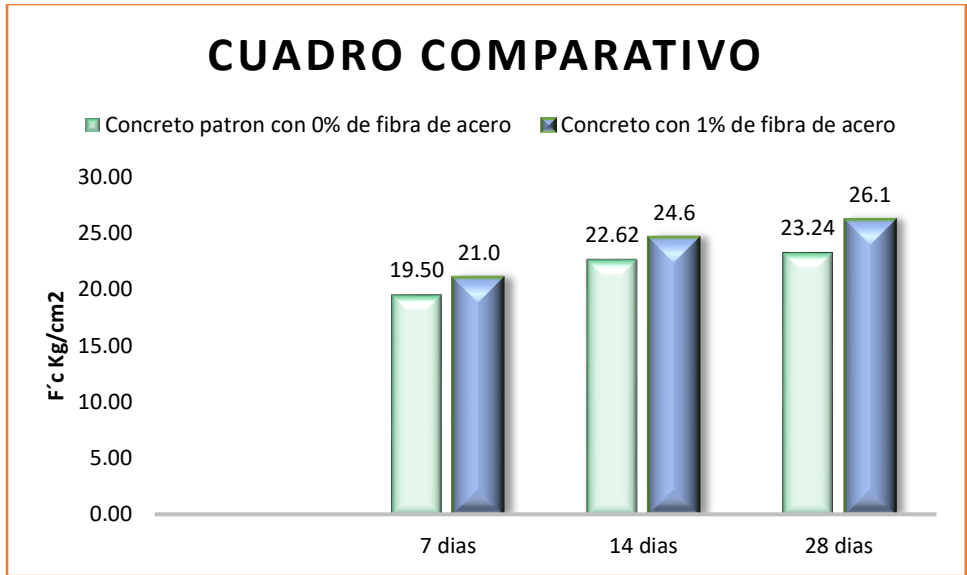
La tabla 40 nos muestra que los ensayos de laboratorio de 3 probetas incorporando el 6% de fibra de hierro equivalente a 22.04kg/m<sup>3</sup>, mostrándonos como resultado de fuerza a la flexión 15.67 kg/cm<sup>2</sup>, 20.57 kg/cm<sup>2</sup> y 20.9 kg/cm<sup>2</sup>, del cual bajo considerablemente la fuerza de flexión.

### Variación de resultados de los ensayos de Flexión

**Tabla 41** Comparación del diseño patrón con el concreto + 1 % de FA

	Concreto patrón con 0% de fibra de acero	Concreto con 1% de fibra de acero
7 días	19.50	21.0
14 días	22.62	24.6
28 días	23.24	26.1

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 25** Gráfico de barras comparativo entre el concreto patrón + 1 % de fibra

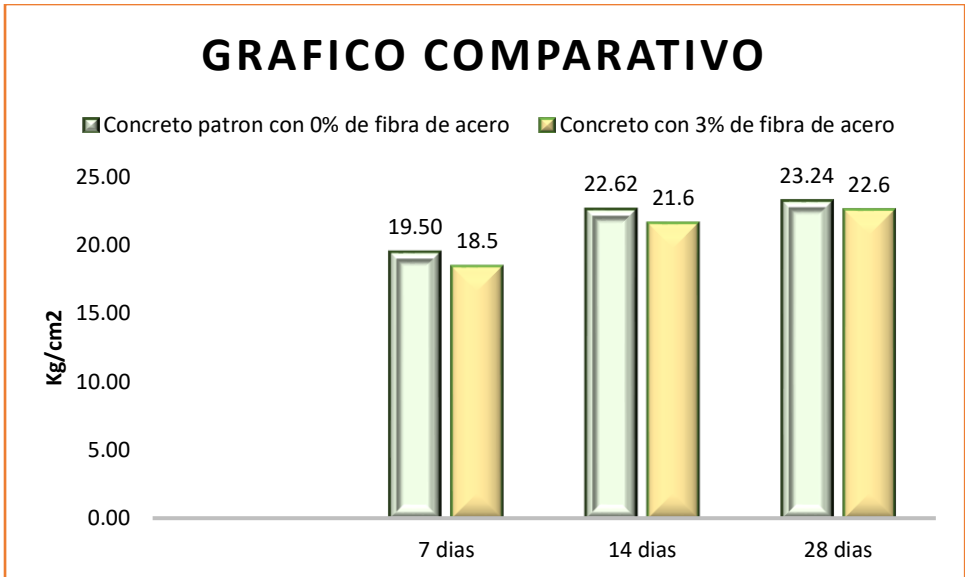
**Fuente:** Elaboración propia, 2024

La tabla 41 y la figura 25 muestran que el concreto con 1% de fibra de acero reciclada, que equivale a 3.67 kg/m<sup>3</sup>, aumentó su resistencia a la flexión a 26.1 kg/cm<sup>2</sup> después de 28 días de obtener su máxima resistencia a la flexión. Esto mejoró sus propiedades.

**Tabla 42** Comparación del diseño patrón con el concreto + 3 % de FA

	Concreto patrón con 0% de fibra de acero	Concreto con 3% de fibra de acero
7 días	19.50	18.5
14 días	22.62	21.6
28 días	23.24	22.6

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 26** Gráfico de barras comparativo entre el concreto patrón + 3 % de fibra

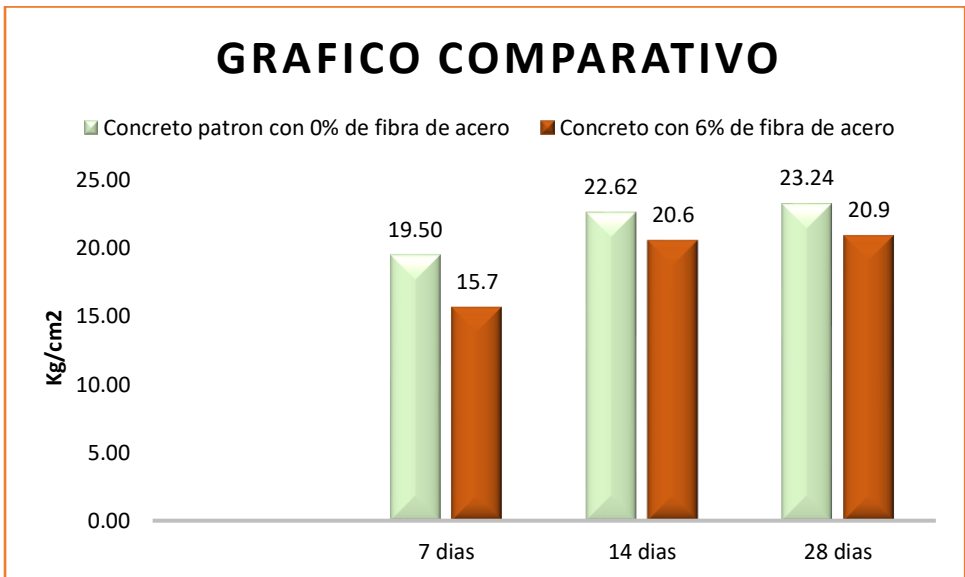
**Fuente:** Elaboración propia, 2024

La tabla 42 y la figura 26 muestran que la incorporación del 3% de fibra de acero reciclado equivale a 11.20 kg/m<sup>3</sup>; después de 28 días, su resistencia a la flexión se eleva a 22.6 kg/cm<sup>2</sup> y disminuye en un bajo porcentaje.

**Tabla 43** Comparación del diseño patrón con el concreto + 6 % de FA

	Concreto patrón con 0% de fibra de acero	Concreto con 6% de fibra de acero
7 días	19.50	15.7
14 días	22.62	20.6
28 días	23.24	20.9

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 27** Gráfico de barras comparativo entre el concreto patrón + 6 % de fibra

**Fuente:** Elaboración propia, 2024

Se observa que en la tabla 43 y figura 27 que al concreto patrón se le adiciono 6% de fibra de hierro reciclado equivalente a 22.04 kg/m<sup>3</sup>, por lo que luego de esperar los 28 días, se observa su resistencia máxima a la flexión, mostrándonos como resultado que bajo su resistencia a la flexión en 20.9kg/cm<sup>2</sup>, sin poder llegar a la resistencia deseada de nuestro diseño.

## V. DISCUSIÓN

En este estudio realizado se incorporó las fibras de hierro reciclado en el diseño establecido para el pavimento, donde se demostró que la incorporación de fibras hierro aumentó las propiedades del concreto, al incorporar el 1% de hierro reciclado obtenemos una resistencia máxima a los 28 días de 296.3kg/cm<sup>2</sup> en relación al concreto patrón que resultó 284.67kg/cm<sup>2</sup>. Nuestro resultado al 1% de fibra de acero cumple con nuestro diseño de pavimento establecido en la Av. Eucaliptos, Pachacamac, diseñado mediante el cálculo AASHTO del 93 y cumpliendo el manual de carreteras que nos dice que el  $f'c$  mínimo la acera rígida es de 280 kg/cm<sup>2</sup> y en flexo tracción 40 kg/cm<sup>2</sup>, dándonos como espesor de losa 19.5cm redondeando a 20 cm y sub base de 25 cm. Por lo cual estos resultados tienen relación a lo que dice en su proyecto de estudio de (Lau et al. 2020) que nos dice que la incorporación de fibra de hierro reciclado en un bajo porcentaje ayuda al siglo de vida y resistencia teniendo como resultado el uso de la incorporación de 0.5% mejorando las características y propiedades del hormigón obteniendo su resistencia máxima a los 28 días.

Cada tipo de diseño y resultado que se obtuvo en común, nos da a entender que al incorporar el hierro reciclado en un bajo porcentaje mejorará las propiedades del concreto y sus características que generan una larga vida para el pavimento.

D1. De acuerdo a los resultados que nos indican en la tabla 17, el acero influye en el concreto de manera significativa mostrando una compresión, flexión y tracción positiva, Por lo que hay similitud con lo que dice (Tomalá y Pozo 2022) mencionando el hormigón con escoria siderúrgica supera la resistencia de diseño, mostrando así que el uso de escoria genera un impacto positivo en el concreto.

Se da a entender que los materiales con acero generan un impacto positivo en el hormigón siempre y cuando esté estudiado, con pruebas de laboratorio, también con la dosificación correcta y el tipo de agregados, y así nos dará resultados

que suman en compresión, flexión y tracción que son propiedades fundamentales para construcciones de pavimentos.

D2. Según los resultados obtenidos de la tabla 17, 19 y 21 donde se incorporó hierro reciclado al concreto para la acera diseñada al 1%, 3%, 6%, resultó 296.3kg/cm<sup>2</sup>, 243.00kg/cm<sup>2</sup> 223.00kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, luego de obtener su máxima resistencia a los 28 días, mostrándonos que la incorporación del 1% de hierro mejoro las propiedades del concreto, Por lo que presenta algunas opiniones en común con (Hassan et al. 2022) que nos menciona que al incorporar 0.5% de fibra de carbono de hierro, Esta cantidad brinda la resistencia más alta en el concreto en comparación con otras combinaciones de hormigón con diferentes proporciones también pueden mejorar la resistencia y alcanzar su fuerza máxima a los 28 días y su comportamiento después de la fatiga y la fisuración. La adición de CNT con SF mejoró la resistencia a la compresión, la tracción y la flexión del pavimento tradicional en un 22,7%, 29,3% y 70,8%, respectivamente.

Ambos resultados de las investigaciones nos dan a entender que no necesariamente se tiene que adicionar más acero para generar un comportamiento positivo en la estructura del pavimento, Por lo que en ambas investigaciones se unas 0.5% y 1% de hierro en el concreto generando un F'c requerido para cada diseño de las distintas investigaciones.

D3. Se obtuvo como resultado del diseño de mezcla un asentamiento de 3" con una densidad de 2359 kg/cm<sup>2</sup> y fibra de 3.67kg/m<sup>3</sup> al 1% generó positivamente una adición de F'c del concreto a 296.3kg/cm<sup>2</sup> por consiguiente muestra una similitud con (Collanqui y Gamarra 2022) donde menciona que sus resultados mostraron una temperatura de 13,8 °C, una slump de 4 1/2", un contenido de aire de 4,8% y un peso unitario de 2325,0 kg/m<sup>3</sup> que aumentaba con la fibra. Las características mecánicas mostraron una compresión media de 309,15 kg/cm<sup>2</sup> al 1% de FAR, una tensión media de 29,94 kg/cm<sup>2</sup> al 1,5% de FAR y una flexión media de 42,52 kg/cm<sup>2</sup> al 2% de FAR. Según la investigación, la adición de fibras de hierro recuperadas mejora las propiedades físicas y mecánicas del hormigón, lo que se traduce en una mayor eficiencia del pavimento.

Se entiende que ambos resultados demuestran que en su diseño para la acera rígida va mejorando las propiedades del concreto como en el asentamiento, generando un concreto manejable cumpliendo el slump de 2" a 4" que se considera

trabajable, también en la humedad y lo más importante en compresión y tracción ayudando significativamente.

D4. En esta investigación se analizó y determinó que el acero influye de manera beneficiosa en el concreto para pavimentos rígidos demostrando en los resultados de diseño que nos muestra este estudio, de las cuales se sigue con todas las normas establecidas de diseño, compartiendo ideas con el autor (Coronel 2023) donde hace mención los efectos del acero de alta calidad, sobre las características del hormigón permeable en muros rígidos. Siguiendo las normas ACI 211.3R-97 y ACI 522R-10, se centra en la selección de diseños de ensayo ideales y en la incorporación de diferentes fibras laminadas en la dosificación base para evaluar su impacto en las propiedades de compresión, flexión y permeabilidad.

Por lo cual los resultados de ambas investigaciones hacen mención que el hierro reciclado hace un efecto positivo en el diseño de mezcla cumpliendo las normas estándares establecidas, tanto nacionales como internacionales, generando un diseño correcto y un pavimento más duro.



## VI. CONCLUSIONES

VI.1 Se concluyo en base al objetivo general que las fibras de hierro influyo de manera positiva en el comportamiento de la estructura del hormigón, diseñado para el pavimento rígido, generando un aumento del F'c en compresión, tracción, y flexión, por lo que se utilizó 1% de hierro reciclado en este estudio, para que cumpla con nuestro diseño, elaborado con el método AASTHO del 93 dándonos un grosor de losa de 17.5cm, que se optó por 20cm de losa, por un periodo de 20 años.

VI.2 De acuerdo al OE1, se llegó a la conclusión del impacto que genero la fibra de hierro reciclado en el F'c, donde se utilizó el 1% de fibra, de las cuales nos mostró un resultado que nos ayuda para realizar una acera rígida cumpliendo con los estándares del manual de carreteras, llegando nuestro concreto con la incorporación de fibra de acero a F'c de 296.3kg/cm<sup>2</sup> cumpliendo así nuestro diseño de pavimento rígido.

VI.3 Según el OE2, Se concluye que al usar el 1% de fibra de hierro reciclado cumplió con las normas establecidas del manual de pavimentos que nos indica un mínimo de 40kg/cm<sup>2</sup>. En la cual nuestro concreto con la incorporación del 1% de hierro reciclado nos dio una fuerza de tracción de 41.7kg/cm<sup>2</sup> llegando al diseño correspondiente de nuestro diseño.

VI.4 Se concluyó en el OE3, Que el impacto generado de las fibras de acero influyó en la resistencia a la flexión, mejorando las propiedades del concreto en 35kg/cm<sup>2</sup> respecto a nuestro diseño que salió 30.80kg/cm<sup>2</sup>, utilizando el 1% de fibra de hierro mejorando así las propiedades del concreto para nuestro pavimento.

## **VII. RECOMENDACIONES**

VII.1 Se recomienda que en futuras investigaciones de proyecto realizar los ensayos de laboratorio para pavimento en bajas proporciones para saber con cuanto dé % de fibra podemos mejorar aún más la resistencia.

VII.2 Se recomienda a los profesionales e investigadores realizar más investigaciones incorporando aditivos reciclables para poder economizar a la hora de realizar construcciones a nivel nacional, que será el desarrollo para el Perú.

VII.3 Se recomienda que los resultados de este proyecto se tengan en cuenta para utilizar las fibras de acero recicladas en proyectos de pavimentos duros en bajo porcentaje por metro cúbico, ya que, así se obtienen resultados favorables para el concreto.

VII.4 Se recomienda agregar 1% de fibra de acero reciclada a la estructura de concreto, ya que, esta cantidad puede mejorar la capacidad de compresión en 28 días, y también utilizar una gran cantidad de agua en el curado de las muestras para evitar datos erróneos en las muestras.

VII.5 Se recomienda para futuras investigaciones emplear fibras de hierro al concreto en distintos climas para ver cuanto varía en resistencia y utilizar los materiales de la zona donde se realizará los ensayos de laboratorio y ver cuanto varia en las resistencias.

## REFERENCIAS

- ALTAMIRANO, Y. y RIVAS, J., 2023. Influencia de la adición de fibra de acero y vidrio molido en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido de los jirones Abancay y Santa Teresa, Andahuaylas, 2022. [en línea]. S.l.: [consulta: 16 junio 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13722>.
- BARRUETO, D. y MONSEFU, J., 2021. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE CONCRETO TRADICIONAL Y CONCRETO CON FIBRAS DE ACERO MÁS SUPERPLASTIFICANTE, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN TRUJILLO - 2021. [en línea]. S.l.: [consulta: 19 junio 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/27305>.
- BECERRA, O., MEZA, A. y SALINAS, R., 2023. Influencia de variables experimentales en las propiedades mecánicas de los concretos reforzados con fibras de acero (SFRC) en experimentos de degradación por cloruros. *Revista Alconpat* [en línea], vol. 13, no. 2, [consulta: 8 junio 2024]. ISSN 20076835. DOI 10.21041/ra.v13i2.641. Disponible en: <https://doi.org/10.21041/ra.v13i2.641>.
- BRICEÑO ESTRADA, C.N. y TELLO VÁSQUEZ, P.U., 2019. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL Y EVALUACIÓN ECONÓMICA ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO, FLEXIBLE Y ADOQUINADO UTILIZANDO EL METODO ASSHTO- 93, PARA LA AV. MIGUEL GRAU, TRES DE OCTUBRE, NUEVO CHIMBOTE. [en línea]. S.l.: [consulta: 8 julio 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4771>.
- COLLANQUI, L. y GAMARRA, M., 2022. Influencia de la adición de fibra de acero reciclado producto de residuos de neumáticos en las propiedades físico mecánicas del concreto con relación  $A/C=0.45$  y en el fisura miento por contracción plástica en losas en la ciudad de Juliaca - 2022. [en línea]. S.l.: Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13101>.
- CORONEL, J., 2023. Influencia de las fibras de acero trefilado de alta calidad en las propiedades del concreto permeable para pavimentos rígidos. [en línea]. Piura: [consulta: 8 junio 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/6470>.

- CORONEL, R., SÓCRATES, M. y RODRIGUEZ, E., 2021. EFECTO DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO. [en línea]. S.I.: Disponible en: <https://orcid.org/0000-0002-2593-792X>.
- FERNÁNDEZ, A. y VILLALBA, L., 2023. Caracterización e incidencia en el hormigón del agregado fino obtenido por el método del dragado en el río Paraguay en el Departamento de Concepción. *Revista Ingeniera, Ciencia y Sociedad* [en línea], vol. 5, no. 1, [consulta: 13 junio 2024]. DOI 10.47133/facet-unc-2023-1-3c. Disponible en: <https://doi.org/10.47133/facet-unc-2023-1-3c>.
- FERNANDEZ, M., 2020. DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA CAJAMARCA CELENDÍN- BALSAS, TRAMO CHAQUILPAMPA-SANTA ROSA DE CHAQUIL, MEDIANTE EL ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICO. [en línea]. S.I.: [consulta: 8 julio 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3733>.
- GONZALES, T., 2024. ANÁLISIS DEL CONCRETO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOMETIDOS FLEJO COMPRESIÓN CON LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO, HUANCAYO – JUNÍN - 2022. [en línea]. S.I.: [consulta: 8 julio 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/7292>.
- HASSAN, Abeer, GALAL, S., HASSAN, Ahmed y SALMAN, A., 2022. Utilization of carbon nanotubes and steel fibers to improve the mechanical properties of concrete pavement. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences* [en línea], vol. 11, no. 1, [consulta: 8 julio 2024]. ISSN 23148543. DOI 10.1186/s43088-022-00300-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s43088-022-00368-7>.
- JAIMES, D., GARCÍA, J. y RONDÓN, J., 2020. Importancia del concreto en el campo de la construcción. [en línea]. S.I.: Disponible en: <https://orcid.org/0000-0003-0414->.
- JALIXTO, M.R. y JAIMEZ, D., 2021. Diseño de Pavimento Rígido Empleando Macro-Fibra de Polipropileno en la Superficie de Rodadura, Avenida las Lomas, San Juan de Lurigancho-2021. [en línea]. S.I.: [consulta: 7 julio 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/90302>.
- JARA, J., 2018. INFLUENCIA DE ACERO TREFILADO Y PLASTIFICANTE EN EL MEJORAMIENTO DE FLEXIÓN Y COMPRESIÓN DEL CONCRETO USADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, TRUJILLO, 2018. [en línea]. S.I.: [consulta: 9 junio 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/14114>.
- JUAREZ, P. y SANCHEZ, E., 2022. Diseño del pavimento rígido utilizando fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural en la calle Amotape,

- Sullana, Piura, 2022. [en línea]. S.l.: [consulta: 8 junio 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/105625>.
- LAU, C.K., CHEGENIZADEH, A., HTUT, T.N.S. y NIKRAZ, H., 2020. Performance of the Steel Fibre Reinforced Rigid Concrete Pavement in Fatigue. *Buildings* [en línea], vol. 10, no. 10, [consulta: 7 julio 2024]. ISSN 20755309. DOI 10.3390/buildings10100186. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11937/90950>.
- LEÓN, M. y RAMÍREZ, F., 2020. Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. [en línea]. S.l.: Disponible en: [www.ing.puc.cl/ric](http://www.ing.puc.cl/ric).
- LLENQUE, F., 2022. Uso de fibra de aguja de pino para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón: una revisión sistemática. [en línea], ISSN 0000-0000. DOI 10.37711/idac.2024.1.6.xx. Disponible en: <https://doi.org/10.37711/idac.2024.1.6.xx>.
- CARRASCO, J., 2023. Análisis del Comportamiento Mecánico del Concreto Reforzado con Fibras de Acero de Neumáticos Reciclados. [en línea]. S.l.: Disponible en: <https://orcid.org/0000-0002-5020-9975>.
- OYOLA, A., 2021. The variable. *Revista del Cuerpo Medico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo* [en línea], vol. 14, no. 1, [consulta: 13 junio 2024]. ISSN 22274731. DOI 10.35434/rcmhnaaa.2021.141.905. Disponible en: <https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2021.141.905>.
- REYMUNDO, R. y CALLER, S., 2022. Trabajabilidad del concreto con mezclas embolsadas y su influencia en la resistencia. *Prospectiva Universitaria* [en línea], vol. 17, no. 1, [consulta: 15 julio 2024]. ISSN 1990-7044. DOI 10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2020.17.1386. Disponible en: <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2020.17.1386>.
- RUIZ, S., 2022. INFLUENCIA DEL AGREGADO GRUESO Y FINO DE LAS CANTERAS POSADA, ELYON Y AYBAR Y EL TIPO DE “CEMENTO SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y TRABAJABILIDAD DE UN CONCRETO F’C=210 KG/CM<sup>2</sup>, TRUJILLO 2022. [en línea]. S.l.: Disponible en: <https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>.
- SANCHEZ, W., 2023. Efecto de la Fibra de Acero y Caucho en la Autorrecuperación, en Mezclas Asfálticas en Caliente. [en línea]. S.l.: Disponible en: <https://orcid.org/0000-0002-0336-2571>.
- SANTIAGO, F. y CONDOR, H., 2023. Estabilización de subrasante con cemento y cenizas eucalipto, en Centro Poblado de Malauchaca – Ticlacayan – Pasco.

Periodo 2022. [en línea]. S.l.: [consulta: 14 junio 2024]. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4030>.

TOMALÁ, O. y POZO, J., 2022. "DISEÑO DE HORMIGONES CON CEMENTO PORTLAND DE RESISTENCIAS  $F'_c = 210, 240$  Y  $280 \text{ kg/cm}^2$  CON AGREGADO GRUESO DE ESCORIA DE ACERO DE ALTO HORNO". [en línea]. S.l.: [consulta: 8 junio 2024]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8432>.

TUAUM, A., HAILESELASSIE, B. y TSEHAYE, Y., 2020. Experimental Investigation of Rigid Concrete Pavements Incorporated with Waste Lathe Scrap Steel Fiber. *1st International Conference on Engineering and Technology/ICET2020* [en línea], no. August, [consulta: 8 julio 2024]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/343699267>.

VALENTINA, N. y FLÓREZ, L., 2022. ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DEL RECURSO AGUA EN LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE Y SU RELACIÓN CON LA ECONOMÍA CIRCULAR. [en línea]. S.l.: [consulta: 8 julio 2024]. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2038&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2038&context=ing_civil).

VALLE, S. y MEGO, J., 2020. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO MOCHICA Y CEMENTO PORTLAND TIPO I, DE USO MASIVO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, EN EL DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2019. [en línea]. S.l.: [consulta: 12 junio 2024]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1047>.

## **ANEXOS**

# ANEXOS

## ANEXO 1: Matriz de consistencia

<b>TITULO:</b> Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024						
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>Metodología</b>
¿De qué manera la incorporación de fibra de acero en el pavimento rígido influirá en el comportamiento estructural, en la avenida los Eucaliptos, Pachacamac-Lima-, 2024?	Determinar la influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido respecto a su comportamiento estructural, en la avenida los Eucaliptos Pachacamac – Lima 2024	La incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido mejorara significativamente su comportamiento estructural, en la avenida los Eucaliptos, Pachacamac-Lima, 2024	<b>Variable independiente:</b>  Fibras de acero	PORCENTAJE	Asentamiento "Slump"  7.62 kg, 15.24 kg y 22.86	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de investigación será aplicada.</li> <li>- el estudio utiliza un enfoque experimental</li> <li>- El enfoque será cuantitativo.</li> <li>- La población está conformada por la calle los Eucaliptos, Pachacamac</li> <li>- La Muestra: La muestra para este proyecto de investigación será un total de 128 probetas como muestra a ensayar y 16 vigas, siendo 8 probetas y 4 vigas sin fibras de acero, también 72 probetas con adición de fibras de hierro y 9 vigas con adición de fibras de hierro.</li> <li>- Muestreo: En este proyecto de investigación se utilizará un muestreo no probabilístico.</li> <li>- Unidad de análisis: Se evaluará por lo tanto el hormigón de diseño fresco como el endurecido.</li> </ul>
Problemas específicos: ¿De qué manera las fibras de acero reciclado aportaran resistencia a la compresión en la Avenida los Eucaliptos, Pachacamac-Lima-, 2024?	Objetivos específicos: Estudiar el impacto generado al agregar las fibras de acero reciclado al concreto en la resistencia a la compresión en la Avenida los Eucaliptos, Pachacamac-Lima-Lima, 2024	Hipótesis específico: Al añadir las fibras de acero reciclado al pavimento rígido generara un impacto positivo en la resistencia a la compresión en la Avenida los Eucaliptos, Pachacamac-Lima, 2024	<b>Variable dependiente</b>  Comportamiento estructural	Resistencia a la compresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• F'c 7 días</li> <li>• F'c 14 días</li> <li>• F'c 28 días</li> </ul>	
¿Cómo contribuirá las fibras de acero reciclado al pavimento en la resistencia a la flexión en la Avenida los Eucaliptos, Pachacamac-Lima, 2024?	Examinar el impacto generado al agregar las fibras de acero reciclado al concreto en la resistencia a la flexión en la Avenida los Eucaliptos, Pachacamac - Lima, 2024	Al añadir las fibras de acero reciclado al pavimento rígido generara un impacto positivo en la resistencia a la flexión en la Avenida los Eucaliptos, Pachacamac -Lima, 2024		Resistencia a la flexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo con probetas (7 días)</li> <li>• Ensayo con probetas (14 días)</li> <li>• Ensayo con probetas (28 días)</li> </ul>	
¿Cuánto influirá las fibras de acero reciclado al pavimento rígido en la resistencia a la tracción en la Avenida los Eucaliptos, Pachacamac-Lima, 2024?	Analizar el impacto generado al agregar las fibras de acero reciclado al concreto en la resistencia a la tracción en la Avenida los Eucaliptos, Pachacamac-Lima, 2024	Al añadir las fibras de acero reciclado al pavimento rígido generara un impacto positivo en la resistencia a la tracción en la Avenida los Eucaliptos, Pachacamac-Lima, 2024		Resistencia a la tracción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga ultima</li> <li>• Diagrama de interacción</li> <li>• Momento nominal</li> </ul>	




## ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIONES
1	Fibras de acero	El hormigón puede beneficiarse del uso de fibras de acero recicladas, que pueden añadirse al hormigón para mejorar sus propiedades mecánicas y físicas. Las fibras de acero son materiales con grandes atributos mecánicos.	Las fibras de acero son ventajosas para construir pavimentos rígidos.	Porcentaje	Asentamiento "Slump"  3.67kg, 11.2kg y 22.04kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kg/m<sup>3</sup></li> <li>• Pulgadas</li> </ul>
				Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso Unitario</li> <li>• Peso específico</li> <li>• Resistencia</li> <li>• Humedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kg</li> <li>• Kg/cm<sup>2</sup></li> <li>• %</li> </ul>
	VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
2	Comportamiento estructural	El comportamiento estructural se refiere a la forma en que toda la estructura responde al desplazamiento y la deformación cuando se somete a fuerzas externas; las relaciones matemáticas entre fuerzas generalizadas y desplazamientos generalizados a menudo se denominan relaciones constitutivas de la estructura.	El Reglamento nacional de edificaciones establece tres dimensiones para la variable de análisis del comportamiento estructural. Estas dimensiones serán medidas utilizando los requisitos que nos indica.	Resistencia a la compresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• F'c 7 días</li> <li>• F'c 14 días</li> <li>• F'c 28 días</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
				Resistencia a la flexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo con probetas (7 días)</li> <li>• Ensayo con probetas (14 días)</li> <li>• Ensayo con probetas (28 días)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>
				Resistencia a la tracción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga última</li> <li>• Diagrama de interacción</li> <li>• Momento nominal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>

### ANEXO 3: Resultados de laboratorio

	<b>FORMULARIO</b>	Código	C-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión	1
		Fecha	01/02/22
		Página	1 de 1

INFORME No. : JCH 24-101

SOLICITANTE : WALTER PANDAL PANDAL

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC

UBICACION : "AV. PACHACAMAC - LIMA

FECHA : MAYO DEL 2024

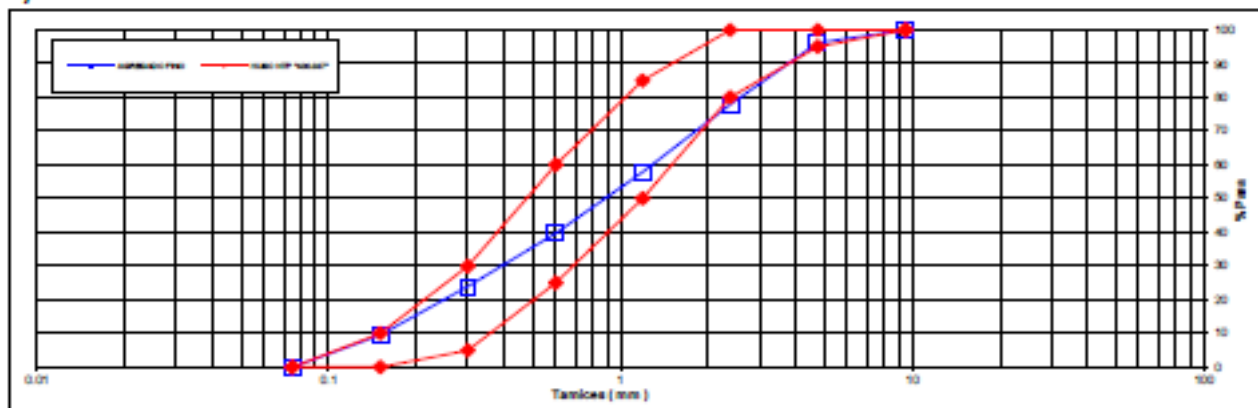
#### CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera MOLINA  
Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

A) ANALISIS GRANULOMETRICO Peso Total g 684.3

TAMIZ	gr	%	% RET.	%	% PASA	
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP "400.037"
1"	25					
3/4"	19					
1/2"	12.5					
3/8"	9.5		0.0	0.0	100.0	100 - 100
Nº4	4.75	25.4	3.8	3.8	96.2	95 - 100
Nº8	2.38	121.4	18.3	22.1	77.9	80 - 100
Nº16	1.19	133.3	20.1	42.2	57.8	50 - 85
Nº30	0.6	120.5	18.1	60.3	39.7	25 - 60
Nº50	0.3	104.5	15.7	76.0	24.0	5 - 30
Nº100	0.15	95.9	14.4	90.5	9.5	0 - 10
FONDO		63.3	9.5	100.0	0.0	0 - 0

#### B) CURVA DE GRANULOMETRIA




#### C) PROPIEDAS FISICAS

Modulo de Fineza	2.95
Peso Unitario Suelto ( Kg/m³ )	1,519
Peso Unitario Compactado ( Kg/m³ )	1,711
Peso Especifico	2.60
Contenido de Humedad ( % )	1.34
Porcentaje de Absorción ( % )	1.52

  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU  
  
**JAVIER FRANCISCO**  
ULLOA CLAVIJO  
Nº Reg. CIP: 193667

	FORMULARIO	Código	C-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	01/02/22
		Página	1 de 1

INFORME No. : JCH 24-101

SOLICITANTE : WALTER PANDAL PANDAL

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMIENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC

UBICACIÓN : AV. PACHACAMAC - LIMA

FECHA : MAYO DEL 2024

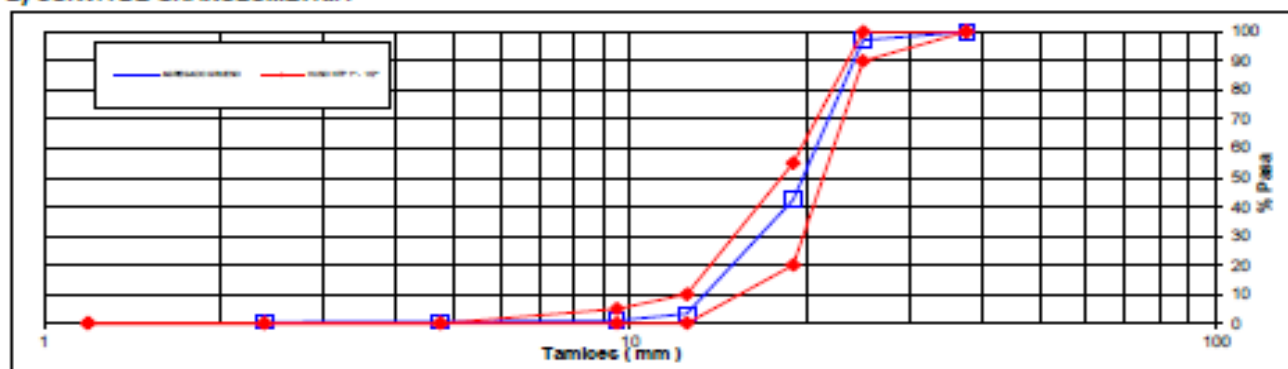
**CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :**

PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera GLORIA  
Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

A) ANALISIS GRANULOMETRICO Peso Total gr 3240.1

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
( Pulg )	( mm )	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP 1" - 1/2"
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37.5		0.0	0.0	100.0	100 - 100
1"	25	93.7	2.9	2.9	97.1	90 - 100
3/4"	19	1772.4	54.7	57.6	42.4	20 - 55
1/2"	12.5	1266.8	39.1	96.7	3.3	0 - 10
3/8"	9.5	76.6	2.4	99.1	0.9	0 - 5
N°4	4.75	6.7	0.4	99.4	0.6	-
N°8	2.38	3.8	0.1	99.5	0.5	-
N°16	1.19					-
FONDO						

B) CURVA DE GRANULOMETRIA




C) PROPIEDAS FISICAS

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	7.55
Peso Unitario Suelto ( Kg/m³ )	1,457
Peso Unitario Compactado ( Kg/m³ )	1,653
Peso Especifico	2.86
Contenido de Humedad ( % )	0.38
Porcentaje de Absorción ( % )	0.45

  
Jean Chavez R  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



 COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU  
  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
N° Reg. CIP: 193667

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : 02/01/22
		Página : 1 de 1

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM C566, NTP 339.185**

**INFORME No.** : JCH 24-101  
**SOLICITANTE** : WALTER PANDAL PANDAL  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMIENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC  
**UBICACIÓN** : AV. PACHACAMAC - LIMA  
**FECHA** : MAYO DEL 2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Cantera** : La Molina y La Gloria  
**Calicata** : -  
**Muestra** : -  
**Prof. (m)** : -  
**Progresiva** : - **Fecha de Ejecución** : 20/05/24  
**Coordenadas** : -

Recipiente N°		ARENA (Molina)	PIEDRA (Gloria)
Masa de suelo humedo + recipiente	g	625.5	2952.2
Masa de suelo seco + recipiente	g	618.6	2942.1
Masa de recipiente	g	102.3	302.2
Masa de agua	g	6.9	10.1
Masa de suelo seco	g	516.3	2639.9
Contenido de agua	%	1.34	0.38
Contenido de Humedad (%)		1.34	0.38


**Observacion :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
**Realizado por** Tec. B.L.H.

Equipos	Código
Balanza	BAL-005
Horno	HOR-001

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU**  
  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 N° Reg. CIP: 193667

	<b>FORMULARIO</b>	Código : C-08
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : 01/02/22
		Página : 1 de 1

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

ASTM C-128 - NTP 400.022 - MTC E-205

**INFORME No.** : JCH 24-101  
**SOLICITANTE** : WALTER PANDAL PANDAL  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMIENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC  
**UBICACIÓN** : AV. PACHACAMAC - LIMA  
**FECHA** : MAYO DEL 2024

<b>Cantera</b> : La Molina <b>Calicata</b> : - <b>Muestra</b> : Arena <b>Prof. (m.)</b> : -	<b>Progresiva</b> : - <b>Coordenadas</b> : -
--	---

Muestra N°	1	2	3	
A Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) (g)	500.0			
B Peso de Frasco + H2O (g)	640.84			
C Peso de Frasco + H2O + A (g)	1140.84			
D Peso del mat. + H2O en el frasco (g)	951.72			
E Vol. De Masa + Vol de Vaso=C-D	189.12			
F Peso del mat. Seco en estufa (g)	492.5			
G Vol. De Masa=E-(A-F)	181.62			
P.e. BULK (BASE SECA)	2.60			
P.e. BULK (BASE SATURADA)	2.64			
P.e. APARENTE (BASE SECA)	2.71			
% DE ABSORCIÓN	1.52			


**Observación:** Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
**Ejecución:** Tec. B.L.H.

Equipos	Código
Horno	HOR-001
Balanza	BAL-005

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 N° Reg. CIP: 193867

	<b>FORMULARIO</b>	Código : C-07
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1 Fecha : 01/02/22 Página : 1 de 1

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO  
ASTM C-127 - NTP 400.021 - MTC E-206**

N° INFORME : JCH 24-101  
 SOLICITANTE : WALTER PANDAL PANDAL  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMIENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC  
 UBICACIÓN : AV. PACHACAMAC - LIMA  
 FECHA : MAYO DEL 2024

Calloata : -  
 Muestra : Piedra  
 Prof.(m) : -  
 Cantero : Gloria  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -

Temperatura de Ensayo	23 °C			PROMEDIO
	1	2	3	
Muestra N°				
Peso mat. 3af. Superf. seca en aire (g)	5558.0			
Peso mat. 3af. Superf. seca en agua (g)	3623.0			
Volumen de masa + volumen de vaicos (g)	1935.0			
Peso de material seco (106°C) (g)	5533.0			
Volumen de masa (g)	1910.0			
Peso Bulk (base seca)	2.86			2.86
Peso Bulk (base saturada)	2.87			2.87
Peso aparente (base seca)	2.90			2.90
Porcentaje de absorción (%)	0.45			0.45


Observaciones : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.  
 Realizado : Téc. B.L.H.

Equipos	Código
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-001

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



 COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU  
  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
 N° Reg. CIP: 193867

	FORMULARIO	Código : C-10
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 2 Fecha : - Página : 1 de 1

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO  
ASTM C-29 MTC E-203**

**INFORME No.** : JCH 24-101  
**SOLICITANTE** : WALTER PANDAL PANDAL  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMIENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC  
**UBICACIÓN** : AV. PACHACAMAC - LIMA  
**FECHA** : MAYO DEL 2024

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Canteras : La Molina Calicata : - Muestra : Arena Prof. (m.) : -	Progresiva : - Cordenadas : -
---	----------------------------------

Peso Unitario Varillado (g/cm<sup>3</sup>) : 1.711  
 Peso Unitario Suelto (g/cm<sup>3</sup>) : 1.519  
 Peso del molde (g) : 1070  
 Volumen molde (cm<sup>3</sup>) : 3009

	P.U.C. (g)	Densidades (g/cm <sup>3</sup> )
Peso de Molde+ Agregado (g)	6240	1.718
Peso de Molde+ Agregado (g)	6203	1.706
Peso de Molde+ Agregado (g)	6216	1.710
	P.U.S. (g)	Densidades (g/cm <sup>3</sup> )
Peso de Molde+ Agregado (g)	5640	1.519
Peso de Molde+ Agregado (g)	5636	1.517
Peso de Molde+ Agregado (g)	5642	1.519


**Observación:** El uso de esta información es exclusiva del solicitante.  
**Ejecución :** Tec. B.L.H

Equipos	Código
Balanza	BAL-003

  
 Jean Chavez R.  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
 COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU  
  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 N° Reg. CIP: 193667

	FORMULARIO	Código : C-09
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : 01/02/22 Página : 1 de 1

**PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO  
ASTM C-29 - NTP 400.017 - MTC E-203**

INFORME No. : JCH 24-101  
SOLICITANTE : WALTER PANDAL PANDAL  
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU  
COMPARTAMIENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC  
UBICACION : 'AV. PACHACAMAC - LIMA  
FECHA : MAYO DEL 2024

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Cantera : Gloria Progresiva : -  
Calicata : - Coordinadas : -  
Muestra : Piedra  
Prof. (m.) : -

Peso Unitario Varillado (g/cm<sup>3</sup>) : 1.653  
Peso Unitario Suelto (g/cm<sup>3</sup>) : 1.457  
Peso del molde (g) : 2253  
Volumen molde (cm<sup>3</sup>) : 9421.0

	P.U.C. (g)	Densidades (g/cm3)
Peso de Molde+Agregado (g)	17866	1.657
Peso de Molde+Agregado (g)	17820	1.652
Peso de Molde+Agregado (g)	17793	1.650
	P.U.S. (g)	Densidades (g/cm3)
Peso de Molde+Agregado (g)	15978	1.457
Peso de Molde+Agregado (g)	15980	1.457
Peso de Molde+Agregado (g)	15974	1.456

Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante.  
Ejecución : Tec. S.L.H

Equipos	Código
Balanza	BAL-003

  
**Jean Chavez R**  
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



 COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU  
  
**JAVIER FRANCISCO LILLO CLAVIJO**  
N° Reg. CIP: 193887



INFORME No. : JCH 24-101  
 SOLICITANTE : WALTER PANDAL PANDAL  
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMIENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC  
 UBICACIÓN : AV. PACHACAMAC - LIMA  
 FECHA : MAYO DEL 2024  
 ASUNTO : DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**1.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL (  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

**Muestra Patron Fibra de Acero**

**1.1 CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4" (slump 3.9")
Relación a / c de diseño	.....	0.55
Relación a / c de obra	.....	0.56
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2.14 : 2.66
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2.17 : 2.67

**1.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	367 Kg.
Arena	.....	797 Kg.
Piedra	.....	979 Kg.
Agua	.....	204 lt.
Densidad	.....	2391 kg/m <sup>3</sup>

**1.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42.5 Kg.
Arena	.....	92.2 Kg.
Piedra	.....	113.3 Kg.
Agua	.....	23.6 lt/bolsa

**1.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**


Proporciones	.....	1.0 : 2.13 : 2.72
Agua	.....	23.6 lt/bolsa

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



 COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU  
  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 N° Reg. CIP: 193687

	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Código : CFE-12
	<b>DISEÑO DE MEZCLA – MÉTODO ACI 211</b>	Revisió : 1 Fecha : 01/02/22 Página : 1 de 3

**INFORME No.** : JCH 24-101  
**SOLICITANTE** : WALTER PANDAL PANDAL  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMIENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC  
**UBICACIÓN** : AV. PACHACAMAC - LIMA  
**FECHA** : MAYO DEL 2024  
**ASUNTO** : DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$


<b>2.0</b>	<b>DISEÑO DE MEZCLA FINAL ( <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> ) CEMENTO SOL tipo I</b>	
	<b>Muestra 1% Fibra de Acero</b>	
<b>2.1</b>	<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>	
	Denominación	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
	Asentamiento	3" - 4" (slump 3.4")
	Relación a / c de diseño	0.55
	Relación a / c de obra	0.56
	Proporciones de diseño	1.0 : 2.14 : 2.66
	Proporciones de obra	1.0 : 2.17 : 2.67
	Aditivo Fibra de Acero	425.00 g por bolsa de cemento
<b>2.2</b>	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA</b>	
	Cemento	367 kg
	Arena	797 kg
	Piedra	979 kg
	Agua	204 lt
	Aditivo Fibra de Acero	3.67 kg
	Densidad	2358 kg/cm <sup>3</sup>
<b>2.3</b>	<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA</b>	
	Cemento	42.5 kg
	Arena	92.2 kg
	Piedra	113.3 kg
	Agua	23.6 lt/bolsa
	Aditivo Fibra de Acero	0.4250 kg
<b>2.4</b>	<b>PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN</b>	
	Proporciones	1.0 : 2.13 : 2.72
	Agua	23.6 lt/bolsa
	Aditivo Fibra de Acero	425.00 g por bolsa de cemento

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
**COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU**  
  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 N° Reg. CIP: 193607

	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Código : CFE-12
	<b>DISEÑO DE MEZCLA – MÉTODO ACI 211</b>	Revisió : 1
		Fecha : 01/02/22
		Página : 2 de 3

**INFORME No.** : JCH 24-101  
**SOLICITANTE** : WALTER PANDAL PANDAL  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMIENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC  
**UBICACIÓN** : AV. PACHACAMAC - LIMA  
**FECHA** : MAYO DEL 2024  
**ASUNTO** : DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**3.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL (  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

**Muestra 3% Fibra de Acero**

**3.1 CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4" (slump 2.42")
Relación a / c de diseño	.....	0.55
Relación a / c de obra	.....	0.56
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2.14 : 2.66
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2.17 : 2.67
Aditivo Fibra de Acero	.....	1275.00 g por bolsa de cemento

**3.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	367 kg
Arena	.....	797 kg
Piedra	.....	979 kg
Agua	.....	204 lt
Aditivo Fibra de Acero	.....	11.02 kg
Densidad	.....	2376 kg/cm <sup>3</sup>

**3.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42.5 kg
Arena	.....	92.2 kg
Piedra	.....	113.3 kg
Agua	.....	23.6 lt/bolsa
Aditivo Fibra de Acero	.....	1.2750 kg

**3.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**


Proporciones	.....	1.0 : 2.13 : 2.72
Agua	.....	23.6 lt/bolsa
Aditivo Fibra de Acero	.....	1275.00 g por bolsa de cemento

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R.**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
 COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU  
  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 N° Reg. CIP: 193607

 <b>LAB SUELOS JCH S.A.C.</b> LABORATORIO GEOTÉCNICO	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Código : CFE-12
	<b>DISEÑO DE MEZCLA – MÉTODO ACI 211</b>	Revisión : 1
		Fecha : 01/02/22
		Página : 3 de 3

**INFORME No.** : JCH 24-101  
**SOLICITANTE** : WALTER PANDAL PANDAL  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMIENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC  
**UBICACIÓN** : AV. PACHACAMAC - LIMA  
**FECHA** : MAYO DEL 2024  
**ASUNTO** : DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**4.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) CEMENTO SOL tipo I**

**Muestra 6% Fibra de Acero**

**4.1 CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4" (slump 1.56")
Relación a / c de diseño	.....	0.55
Relación a / c de obra	.....	0.56
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2.14 : 2.66
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2.17 : 2.67
Aditivo Fibra de Acero	.....	2550.0 g por bolsa de cemento

**4.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR  $\text{m}^3$  DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	367 kg
Arena	.....	797 kg
Piedra	.....	979 kg
Agua	.....	204 lt
Aditivo Fibra de Acero	.....	22.04 kg
Densidad	.....	2387 $\text{kg/cm}^3$

**4.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42.5 kg
Arena	.....	92.2 kg
Piedra	.....	113.3 kg
Agua	.....	23.6 lt/bolsa
Aditivo Fibra de Acero	.....	2.550 kg

**4.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 2.13 : 2.72
Agua	.....	23.6 lt/bolsa
Aditivo Fibra de Acero	.....	2550.0 g por bolsa de cemento

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
 COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU  
  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 N° Reg. CIP: 193607

	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Página : 1 de 1

**MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO**  
NTP 335.034-11 / ASTM C39-07

**INFORME No.** JCH 24-101  
**SOLICITANTE** WALTER PANDAL PANDAL  
**PROYECTO** INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMIENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC  
**UBICACIÓN** AV. PACHACAMAC - LIMA

Fecha Rotura (7D) 28/05/2024  
Fecha Rotura (14D) 4/06/2024

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kcal/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
Patrón 0%	21/05/2024	7	102.4	184.50	82.31	229	2
Patrón 0%	21/05/2024	7	102.6	184.53	82.71	227	2
Patrón 0%	21/05/2024	7	102.8	171.05	82.94	210	2
1% Fibra de Acero	21/05/2024	7	101.1	179.48	80.24	228	2
1% Fibra de Acero	21/05/2024	7	101.0	180.00	80.15	229	2
1% Fibra de Acero	21/05/2024	7	100.3	180.54	78.97	233	1
3% Fibra de Acero	21/05/2024	7	101.1	156.09	80.28	198	2
3% Fibra de Acero	21/05/2024	7	101.0	160.24	80.11	204	2
3% Fibra de Acero	21/05/2024	7	101.3	152.13	80.60	192	2
6% Fibra de Acero	21/05/2024	7	102.2	152.03	82.08	189	2
6% Fibra de Acero	21/05/2024	7	102.2	152.91	82.03	190	1
6% Fibra de Acero	21/05/2024	7	101.7	147.76	81.23	185	1
Patrón 0%	21/05/2024	14	102.2	205.18	81.95	255	3
Patrón 0%	21/05/2024	14	102.4	200.71	82.38	248	3
Patrón 0%	21/05/2024	14	102.4	208.02	82.27	258	3
1% Fibra de Acero	21/05/2024	14	101.3	215.51	80.56	273	3
1% Fibra de Acero	21/05/2024	14	101.3	202.69	80.56	256	2
1% Fibra de Acero	21/05/2024	14	101.4	210.09	80.75	265	2
3% Fibra de Acero	21/05/2024	14	101.3	169.93	80.53	215	3
3% Fibra de Acero	21/05/2024	14	101.1	171.11	80.28	217	3
3% Fibra de Acero	21/05/2024	14	101.3	168.55	80.52	213	3
6% Fibra de Acero	21/05/2024	14	101.2	156.36	80.36	198	3
6% Fibra de Acero	21/05/2024	14	101.4	154.31	80.67	195	3
6% Fibra de Acero	21/05/2024	14	101.5	159.81	80.88	201	2



**Consideraciones :**


- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remoldeados por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno

*Chavez*  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto

COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU  
*Javier Francisco*  
**JAVIER FRANCISCO**  
 ULLOA CLAVIJO  
 N° Reg. CIP: 193807

**Tipos de Falla**



	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Página : 1 de 1

**MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO**  
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07

**INFORME No.** JCH 24-101  
**SOLICITANTE** WALTER PANDAL PANDAL  
**PROYECTO** INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMIENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC  
**UBICACIÓN** \*AV. PACHACAMAC - LIMA

Fecha Rotura (28D) 18/06/2024

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kcal/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
Patrón 0%	21/05/2024	28	101.6	223.50	81.11	281	2
Patrón 0%	21/05/2024	28	101.4	225.63	80.72	285	2
Patrón 0%	21/05/2024	28	101.4	228.25	80.67	288	2
1% Fibra de Acero	21/05/2024	28	101.4	236.88	80.74	299	2
1% Fibra de Acero	21/05/2024	28	101.4	238.58	80.80	301	2
1% Fibra de Acero	21/05/2024	28	101.4	229.18	80.75	289	1
3% Fibra de Acero	21/05/2024	28	101.3	197.74	80.60	250	2
3% Fibra de Acero	21/05/2024	28	101.3	190.38	80.60	241	2
3% Fibra de Acero	21/05/2024	28	101.4	188.69	80.80	238	2
6% Fibra de Acero	21/05/2024	28	101.3	174.16	80.67	220	2
6% Fibra de Acero	21/05/2024	28	101.6	176.55	81.03	222	1
6% Fibra de Acero	21/05/2024	28	101.7	180.69	81.20	227	1

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




 **COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU**  
  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 N° Reg. CIP: 193887

**Consideraciones :**

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remodelados por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno

**Tipos de Falla**



	FORMATO	Código	OP-10
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

Informe	: JCH 24-101	Fecha de ensayo	7D	25/05/2024
Solicitante	: WALTER PANDAL PANDAL	Fecha de ensayo	14d	4/06/2024
Proyecto	: INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC	Fecha de ensayo	28d	15/06/2024
Ubicación	: AV. PACHACAMAC - LIMA			
Fecha	: JUNIO DEL 2024			
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Pruebas de concreto endurecido			
P/c de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN ESPECIMÉN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	CARGA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA
Patron 0%	21/05/2024	25/05/2024	7 días	15.1	15.0	51.0	45.0	19.50	TERCIO CENTRAL	26.2 kg/cm <sup>2</sup>
1% Fibra de Acero	21/05/2024	25/05/2024	7 días	15.1	15.1	51.5	45.0	20.90	TERCIO CENTRAL	28.0 kg/cm <sup>2</sup>
3% Fibra de Acero	21/05/2024	25/05/2024	7 días	15.1	15.0	51.0	45.0	18.45	TERCIO CENTRAL	24.7 kg/cm <sup>2</sup>
6% Fibra de Acero	21/05/2024	25/05/2024	7 días	15.0	15.0	51.2	45.0	15.67	TERCIO CENTRAL	21.3 kg/cm <sup>2</sup>
Patron 0%	21/05/2024	4/06/2024	14 días	15.2	15.1	52.0	45.0	22.62	TERCIO CENTRAL	29.7 kg/cm <sup>2</sup>
1% Fibra de Acero	21/05/2024	4/06/2024	14 días	15.2	15.1	51.3	45.0	24.57	TERCIO CENTRAL	32.3 kg/cm <sup>2</sup>
3% Fibra de Acero	21/05/2024	4/06/2024	14 días	15.0	15.0	51.4	45.0	21.62	TERCIO CENTRAL	29.4 kg/cm <sup>2</sup>
6% Fibra de Acero	21/05/2024	4/06/2024	14 días	15.1	15.3	52.0	45.0	20.57	TERCIO CENTRAL	27.0 kg/cm <sup>2</sup>
Patron 0%	21/05/2024	15/06/2024	25 días	15.2	15.0	52.0	45.0	23.24	TERCIO CENTRAL	30.8 kg/cm <sup>2</sup>
1% Fibra de Acero	21/05/2024	15/06/2024	25 días	15.1	15.0	52.0	45.0	25.12	TERCIO CENTRAL	35.0 kg/cm <sup>2</sup>
3% Fibra de Acero	21/05/2024	25/05/2024	25 días	15.0	15.1	51.0	45.0	22.59	TERCIO CENTRAL	30.5 kg/cm <sup>2</sup>
6% Fibra de Acero	21/05/2024	25/05/2024	25 días	15.0	15.1	51.0	45.0	20.90	TERCIO CENTRAL	28.2 kg/cm <sup>2</sup>

Resista (kN)
Módulo de Rotura
Comentario

Ejecutado por: R.L.


**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



 COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU  
  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 N° Reg. CIP: 193667

	<b>INFORME</b>	Código	0F-18
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO</b>	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

Informe	JCH 24-101	Fecha de Ensayo	7D	28/05/2024
Solicitante	WALTER PANDAL PANDAL	Fecha de Ensayo	14D	4/06/2024
Proyecto	INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PACHACAMAC			
Ubicación	AV. PACHACAMAC - LIMA			
Fecha	JUNIO DEL 2024			
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F <sub>c</sub> de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>			

**Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens  
ASTM C498/C498M-17**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (KN)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Patrón 0%	21/05/2024	28/05/2024	7 días	20.40	10.16	10135	99.43	31.1 kg/cm <sup>2</sup>
Patrón 0%	21/05/2024	28/05/2024	7 días	20.50	10.15	9196	90.22	28.1 kg/cm <sup>2</sup>
Patrón 0%	21/05/2024	28/05/2024	7 días	20.60	10.1	10132	99.40	31.0 kg/cm <sup>2</sup>
1% Fibras de Acero	21/05/2024	28/05/2024	7 días	20.50	10.2	11552	113.33	35.2 kg/cm <sup>2</sup>
1% Fibras de Acero	21/05/2024	28/05/2024	7 días	20.5	10.22	10998	107.58	33.3 kg/cm <sup>2</sup>
1% Fibras de Acero	21/05/2024	28/05/2024	7 días	20.3	10.1	10249	100.55	31.8 kg/cm <sup>2</sup>
3% Fibras de Acero	21/05/2024	28/05/2024	7 días	20.4	10.2	8227	80.72	25.2 kg/cm <sup>2</sup>
3% Fibras de Acero	21/05/2024	28/05/2024	7 días	20.5	10.1	8505	83.44	26.2 kg/cm <sup>2</sup>
3% Fibras de Acero	21/05/2024	28/05/2024	7 días	20.5	10.1	8922	87.53	27.4 kg/cm <sup>2</sup>
6% Fibras de Acero	21/05/2024	28/05/2024	7 días	20.50	10.2	8804	86.37	26.8 kg/cm <sup>2</sup>
6% Fibras de Acero	21/05/2024	28/05/2024	7 días	20.4	10.2	8259	81.05	25.3 kg/cm <sup>2</sup>
6% Fibras de Acero	21/05/2024	28/05/2024	7 días	20.4	10.13	7829	74.84	23.5 kg/cm <sup>2</sup>
Patrón 0%	21/05/2024	4/06/2024	14 días	20.3	10.16	12448	122.12	38.4 kg/cm <sup>2</sup>
Patrón 0%	21/05/2024	4/06/2024	14 días	20.4	10.14	12441	122.05	38.3 kg/cm <sup>2</sup>
Patrón 0%	21/05/2024	4/06/2024	14 días	20.5	10.2	12459	122.23	37.9 kg/cm <sup>2</sup>
1% Fibras de Acero	21/05/2024	4/06/2024	14 días	20.3	10.13	12934	126.88	40.0 kg/cm <sup>2</sup>
1% Fibras de Acero	21/05/2024	4/06/2024	14 días	20.4	10.2	13535	132.79	41.4 kg/cm <sup>2</sup>
1% Fibras de Acero	21/05/2024	4/06/2024	14 días	20.4	11.11	13505	132.49	37.9 kg/cm <sup>2</sup>
3% Fibras de Acero	21/05/2024	4/06/2024	14 días	20.3	10.15	11406	111.90	35.2 kg/cm <sup>2</sup>
3% Fibras de Acero	21/05/2024	4/06/2024	14 días	20.4	10.16	11547	114.26	35.8 kg/cm <sup>2</sup>
3% Fibras de Acero	21/05/2024	4/06/2024	14 días	20.3	10.2	11352	111.36	34.9 kg/cm <sup>2</sup>
6% Fibras de Acero	21/05/2024	4/06/2024	14 días	20.2	10.13	10385	101.88	32.3 kg/cm <sup>2</sup>
6% Fibras de Acero	21/05/2024	4/06/2024	14 días	20.3	10.2	10794	105.89	33.2 kg/cm <sup>2</sup>
6% Fibras de Acero	21/05/2024	4/06/2024	14 días	20.3	10.11	10433	102.36	32.4 kg/cm <sup>2</sup>

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



 **COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 N° Reg. CIP: 183867


**OBSERVACIONES:**

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

\* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

Equipos Usados
Presma Uniaxial
Placa de rey



	<b>INFORME</b>	Código	0F-08
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO</b>	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

Informe	JCH 24-101
Solicitante	WALTER PANDAL PANDAL
Proyecto	INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO EN EL PAVIMENTO RIGIDO EN SU COMPARTAMENTO ESTRUCTURAL, EN LA AV. PAJACAMAC
Ubicación	XV. PAJACAMAC - LIMA
Fecha	JUNIO DEL 2024
Tipo de muestra	: Concreto endurecido
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"
F'c de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>
	Fecha de Ensayo    28D    18/06/2024

**Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens  
ASTM C496/C496M-17**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (KN)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Patrón 0%	21/05/2024	18/06/2024	28 días	20.30	10.2	13408	131.73	41.3 kg/cm <sup>2</sup>
Patrón 0%	21/05/2024	18/06/2024	28 días	20.40	10.35	13258	130.07	40.0 kg/cm <sup>2</sup>
Patrón 0%	21/05/2024	18/06/2024	28 días	20.50	10.25	12669	124.29	38.4 kg/cm <sup>2</sup>
1% Fibra de Acero	21/05/2024	18/06/2024	28 días	20.40	10.11	13740	134.80	42.4 kg/cm <sup>2</sup>
1% Fibra de Acero	21/05/2024	18/06/2024	28 días	20.3	10.22	13243	129.60	40.6 kg/cm <sup>2</sup>
1% Fibra de Acero	21/05/2024	18/06/2024	28 días	20.2	10.16	13590	133.33	42.2 kg/cm <sup>2</sup>
3% Fibra de Acero	21/05/2024	18/06/2024	28 días	20.3	10.15	11930	117.05	36.9 kg/cm <sup>2</sup>
3% Fibra de Acero	21/05/2024	18/06/2024	28 días	20.3	10.35	11698	114.78	35.4 kg/cm <sup>2</sup>
3% Fibra de Acero	21/05/2024	18/06/2024	28 días	20.3	10.2	12507	123.70	38.5 kg/cm <sup>2</sup>
6% Fibra de Acero	21/05/2024	18/06/2024	28 días	20.40	10.2	11965	117.36	36.6 kg/cm <sup>2</sup>
6% Fibra de Acero	21/05/2024	18/06/2024	28 días	20.3	10.25	11040	108.31	33.8 kg/cm <sup>2</sup>
6% Fibra de Acero	21/05/2024	18/06/2024	28 días	20.3	10.33	11202	110.78	34.3 kg/cm <sup>2</sup>

  
**Jean Chavez R**  
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



  
 COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERÚ  
  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 N° Reg. CIP: 193867

**OBSERVACIONES:**

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

\* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

Equipos Usados
Prensa Uniaxial
Placa de ray

# ENSAYO DE CORTE DIRECTO

## ASTM D-3080

SOLICITANTE : EDITH DAYANA SÁNCHEZ PACHECO - CECILIA GIULIANA SÁNCHEZ			REGISTRO : 001/ 2021.GEOSUR
PROYECTO : "MARINO PACHECO"			FECHA : 3-ene.-2021
UBICACIÓN : ASOCIACIÓN AGROPECUARIA JOSÉ GALVEZ, AV. LOS EUCLIPTOS S/N MZ."J" LOTE 13 Y 14 - PACHACAMAC			
ESTRUCTURA : C-2	PROF. (m) : 2.20		
CALICATA : M-2			

ÁREA DE LOS ESPECÍMENES :	20.10 cm²
VOLUMEN DE LOS ESPECÍMENES :	25.53 cm³

Nº DE MUESTRA :  
 CONTENIDO DE HUMEDAD : %  
 DENSIDAD HÚMEDA : g/cm³  
 DENSIDAD SECA : g/cm³  
 ESFUERZO NORMAL : kg/cm²

01		02		03	
5.0		4.9		5.0	
1.594		1.620		1.613	
1.519		1.544		1.537	
0.5		1.0		2.0	
DEFORMACIÓN TAN GENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm²)	DEFORMACIÓN TAN GENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm²)	DEFORMACIÓN TAN GENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm²)
-	-	-	-	-	-
0.25	0.103	0.25	0.180	0.25	0.329
0.50	0.189	0.50	0.348	0.50	0.630
0.75	0.234	0.75	0.460	0.75	0.857
1.00	0.284	1.00	0.518	1.00	1.010
1.25	0.280	1.25	0.554	1.25	1.117
1.50	0.293	1.50	0.572	1.50	1.178
1.75	0.299	1.75	0.588	1.75	1.202
2.00	0.308	2.00	0.596	2.00	1.217
2.25	0.308	2.25	0.601	2.25	1.229
2.50	0.311	2.50	0.605	2.50	1.234
2.75	0.313	2.75	0.608	2.75	1.239
3.00	0.316	3.00	0.611	3.00	1.240
		3.25	0.612	3.25	1.242
				3.50	1.243
				3.75	1.244

**Ángulo de Fricción**


**$\phi = 31.8^\circ$**

**Cohesión**

**C = 0.00 kg/cm²**



## ANEXO 4: Resultados de laboratorio

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
PANEL FOTOGRÁFICO	
Título de tesis	Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024
Autor	Pandal Pandal Walter

Fibra de acero reciclado



Foto N° 1

Muestras del acero reciclado



Foto N° 2

Separando las fibras de acero



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

Título de tesis

Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024

Autor

Pandal Pandal, Walter

Fibra de acero reciclado



Foto N° 3

% de la fibra de acero



Foto N° 4

% de la fibra de acero



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

Título de tesis

Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024

Autor

Pandal Pandal, Walter

Diseño de mezclas



Foto N° 5

Vaciado del concreto



Foto N° 6

Adicionando fibra de acero



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

Título de tesis

Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024

Autor

Pandal Pandal, Walter

Slump del concreto



Foto N° 7

Verificando el Slump



Foto N° 8

Verificando el Slump



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

Título de tesis

Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024

Autor

Pandal Pandal, Walter

Probetas del concreto



Foto N° 9

Probetas con patrón y adición de fibra de acero



Foto N° 10

Probetas de vigas diseño patrón y adición de fibra de acero





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

Título de tesis

Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024

Autor

Pandal Pandal, Walter

Rotura de probeta a los 7 días



Foto N° 11

Probetas a ensayar



Foto N° 12

Probetas a ensayar



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

Título de tesis

Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024

Autor

Pandal Pandal, Walter

Rotura de probeta a los 7 días



Foto N° 13

Probetas a ensayar



Foto N° 14

Probetas a ensayar



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

Título de tesis

Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024

Autor

Pandal Pandal, Walter

Ensayos a compresión



Foto N° 15

Ensayos a compresión 0% de fibra de acero



Foto N° 16

Ensayos a compresión + 1% de fibra de acero



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

Título de tesis

Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024

Autor

Pandal Pandal, Walter

Ensayos a compresión



Foto N° 17

Ensayos a compresión + 3% de fibra de acero



Foto N° 18

Ensayos a compresión + 6% de fibra de acero



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

Título de tesis

Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024

Autor

Pandal Pandal, Walter

Ensayos a tracción



Foto N° 19

Ensayos a tracción + 0% de fibra de acero



Foto N° 20

Ensayos a tracción + 1% de fibra de acero



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

Título de tesis

Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024

Autor

Pandal Pandal, Walter

Ensayos a tracción



Foto N° 21

Ensayos a tracción + 3% de fibra de acero



Foto N° 22

Ensayos a tracción + 6% de fibra de acero



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

Título de tesis

Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024

Autor

Pandal Pandal, Walter

Ensayos a flexión



Foto N° 23

Ensayos a flexión + 0% de fibra de acero



Foto N° 24

Ensayos a flexión + 1% de fibra de acero



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANEL FOTOGRÁFICO

Título de tesis

Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024

Autor

Pandal Pandal, Walter

Ensayos a flexión



Foto N° 25

Ensayos a flexión + 3% de fibra de acero



Foto N° 26

Ensayos a flexión + 6% de fibra de acero



# ANEXO 5: Diseño de pavimento rígido software PAVDESIGN

PAVDESIGN v23.0.0
— ✕



**PERÚ** Ministerio de Transportes y Comunicaciones

## PAVIMENTO RÍGIDO

Inicio **ESAL's**

### Requisitos de Diseño

Periodo de Diseño, n	20	años
CBR-Sub Rasante	23	%
Tasa de Crecimiento, r	3.1	%
Calidad del Drenaje	Regular	23 %
Concreto Hidráulico	Con Pasadores	

1 Calzada
2 Sentidos
1 Carril

Sub Base Granular

$$\log_{10} W_{18} = z_R \times S_0 + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{3.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times \rho_r) \log_{10} \left[ \frac{S'_2 \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times \left( D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right]$$

**Espesor Losa** 6.95 in = 177 mm ...

### Módulo de Reacción de la Subrasante

Ks-Sub Rasante	80.677	Pci
Kc	80.677	Pci

### Concreto del Pavimento... - [Cuadro 14.7]

Resistencia a la Compresión, f'c	3,982.536	Psi
Módulo de Elasticidad, Ec	3,597,118.155	Psi (Página 218)
Módulo de Ruptura, S'c	615.297	Psi (Página 217-218)

### Serviciabilidad - [Cuadro 14.4]

Inicial, pi	4.3	
Final, pt	2.5	
Diferencial, ΔPSI	1.8	

### Drenaje - [Cuadro 14.9]

Coeficiente Drenaje, Cd	0.95	<1.00 - 0.90>
-------------------------	------	---------------

### Transferencia de Cargas - [Cuadro 14.10]

Coeficiente Carga, J	2.8	
----------------------	-----	--

### Confiabilidad - [Cuadro 14.5]

Nivel de Confiabilidad, R	85	%
Desviación Estándar Normal, Zr	-1.036	
Desviación Estándar, So	0.35	



# PAVIMENTO RÍGIDO

Inicio ESAL's

## Trafico

### Tipo de Vehículo

T3S3S2S3  
T3Se2S1Se2  
B2  
B3-1  
B4-1  
BA-1  
BA-2  
AC

MTC

&gt;&gt;

&lt;&lt;

Factor Camión

0.0009

### Vehículo

AC  
C2  
C3

### IMDA

231  
34  
15

231 VEH/DÍA

W18 1,128,650.45 ESAL'S

Tráfico: Tp5

## Factores Distribución - [Cuadro 6.1]

Direccional, Fd 0.50

Carril, Fc 1.00

## F. Presión Neumático - [Cuadro 6.13]

Presión Contacto, PCN 80 Psc

Presión Neumático, Fp 1.00

Espesor de Losa, D 50 mm

pt 2.5

Fca 27.145

$$\log_{10} W_{18} = z_R \times S_0 + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times \rho_c) \log_{10} \left[ \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times \left( D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right]$$

Espesor Losa 6.95 in = 177 mm ...

## Módulo de Reacción de la Subrasante

Ks-Sub Rasante 80.677 Pci

Kc 80.677 Pci

## Concreto del Pavimento... - [Cuadro 14.7]

Resistencia a la Compresión, f'c 3,982.536 Pci

Módulo de Elasticidad, Ec 3,597,118.155 Pci (Página 218)

Módulo de Ruptura, S'c 615.297 Pci (Página 217-218)

## Serviciabilidad - [Cuadro 14.4]

Inicial, pi 4.3

Final, pf 2.5

Diferencial, ΔPSI 1.8

## Drenaje - [Cuadro 14.9]

Coeficiente Drenaje, Cd 0.95 &lt;1.00 - 0.90&gt;

## Transferencia de Cargas - [Cuadro 14.10]

Coeficiente Carga, J 2.8

## Confiabilidad - [Cuadro 14.5]

Nivel de Confiabilidad, R 85 %

Desviación Estándar Normal, Zr -1.036

Desviación Estándar, So 0.35