



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN
EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL
DISTRITO DE JULIACA 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN
EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL
DISTRITO DE JULIACA 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:



Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1148-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente **EXP. N° 2025-CU-8287** presentado por el (la) Bachiller: **BRYAN FABRICIO CHURA LAYME** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **BRYAN FABRICIO CHURA LAYME**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- * **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **BRYAN FABRICIO CHURA LAYME**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : miércoles 01 de octubre del 2025
- * **HORA** : 15:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS



Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS



Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 771-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 24 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 7629 por el señor (a): **BRYAN FABRICIO CHURA LAYME** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 596 - 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 025- 2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **BRYAN FABRICIO CHURA LAYME**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 025- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **BRYAN FABRICIO CHURA LAYME**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema **Titolado: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fredy Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 402-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 3225, presentado por el señor (a) **BRYAN FABRICIO CHURA LAYME** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 150-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 022-2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **BRYAN FABRICIO CHURA LAYME** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Cesar Guillermo Camargo Najar** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 022-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **BRYAN FABRICIO CHURA LAYME**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo 20.25
Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

[Signature]
Dr. OSCAR V. VIALMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
[Signature]
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



22% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 12% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 19% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.


Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	BRYAN FABRICIO CHURA LAYME
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71870729
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-5707-2206
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02442876
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 21' 49" Longitud: O 70° 21' 56"  https://maps.app.goo.gl/95dtX5ENmQLSQnq7
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 – Septiembre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Próspero Alvarado Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo BRYAN FABRICIO CHURA LAYME, identificado con DNI Nro. 71870729, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 13 de octubre del 2025

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A quienes creyeron en mí cuando ni siquiera yo lo hacía. A quienes me brindaron palabras de aliento, compañía sincera, apoyo incondicional, mi familia y a mi padre quien desde el cielo guía mi camino Víctor Fidel Chura Mayta, que a lo largo de esta etapa estará siempre presente. Esta dedicatoria es un reflejo de todo lo que me enseñaron y compartieron.



AGRADECIMIENTO

Gracias a quienes hicieron posible este logro: a mi familia por su apoyo incondicional, a mis docentes por su dedicación y entrega, y a mis amistades por cada palabra de aliento. A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, por ser el espacio donde crecí académica y sobre todo agradecer al apoyo constante de mi querida madre Marleny Layme Ramirez, y a mi hermana Milagros



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática.....	13
1.2. Planteamiento del problema.....	15
1.2.1. Problema general.....	15
1.2.2. Problemas específicos.....	15
1.3. Objetivos de la investigación.....	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Justificación de la investigación.....	16
1.4.1. Justificación técnica.....	16
1.4.2. Justificación económica.....	16
1.4.3. Justificación social.....	16
1.4.4. Justificación ambiental.....	17
1.5. Hipótesis de la investigación.....	17
1.5.1. Hipótesis general.....	17
1.5.2. Hipótesis específicas.....	17
1.6. Variables e indicadores.....	18
1.6.1. Variable independiente.....	18



1.6.2. Variable dependiente..... 18

1.7. Operacionalización de variables 19

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación..... 20

 2.1.1. Antecedentes internacionales..... 20

 2.1.2. Antecedentes nacionales..... 21

 2.1.3. Antecedentes locales..... 24

2.2. Bases teóricas..... 26

 2.2.1. Influencia de la fibra de acero reciclado de construcción en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido urbano 26

 2.2.2. Concreto reforzado con fibras metálicas..... 40

 2.2.3. Concreto..... 47

2.3. Marco Conceptual..... 55

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación 57

3.2. Tipo de la investigación 57

3.3. Nivel de la investigación 58

3.4. Diseño de la investigación..... 58

3.5. Método de la investigación..... 59

3.6. Población y muestra..... 59

 3.6.1. Población..... 59

 3.6.2. Muestra 59

3.7. Técnicas e instrumentos..... 60

 3.7.1. Técnicas 60

 3.7.2. Instrumentos..... 61

3.8. Procedimiento de recolección de datos 62

 3.8.1. Fase de trabajo de campo y obtención de materiales 62



3.8.2. Etapa de laboratorio 64

3.8.3. Procesamiento y análisis de datos..... 72

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados obtenidos..... 73

4.1.1. Incorporación de fibras metálicas recicladas de alambres sobre la resistencia a compresión del concreto para pavimento rígido..... 79

4.1.2. Aplicación de fibras metálicas recicladas de alambres sobre la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido..... 85

4.1.3. Aplicación de fibras metálicas recicladas de alambres sobre la resistencia a la tracción del concreto para pavimento rígido 91

4.1.4. Comparativo de las propiedades mecánicas alcanzadas con adición de FMR
97

4.2. Discusión de resultados..... 100

CONCLUSIONES..... 102

RECOMENDACIONES..... 103

BIBLIOGRAFÍA..... 104

ANEXOS 108



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables 19

Tabla 2 Características del pavimento rígido 34

Tabla 3 Número de especímenes de prueba para los ensayos mecánicos 60

Tabla 4 Granulometría del agregado grueso 73

Tabla 5 Granulometría del agregado fino 74

Tabla 6 Contenido de humedad de los agregados 75

Tabla 7 Peso específico y absorción de los agregados 76

Tabla 8 Pesos unitarios de los agregados 76

Tabla 9 Dosificación según diseño de mezcla 77

Tabla 10 Diseño de mezcla del concreto + 1.20% FMR 77

Tabla 11 Diseño de mezcla del concreto + 2.30% FMR 78

Tabla 12 Diseño de mezcla del concreto + 3.40% FMR 78

Tabla 13 Resistencia del CC 79

Tabla 14 Resistencia del CC 79

Tabla 15 Resistencia del CC 80

Tabla 16 Resistencia del CC + 1.20% FMR..... 80

Tabla 17 Resistencia del CC + 1.20% FMR..... 81

Tabla 18 Resistencia del CC + 1.20% FMR..... 81

Tabla 19 Resistencia del CC + 2.30% FMR..... 82

Tabla 20 Resistencia del CC + 2.30% FMR..... 82

Tabla 21 Resistencia del CC + 2.30% FMR..... 83

Tabla 22 Resistencia del CC + 3.40% FMR..... 83

Tabla 23 Resistencia del CC + 3.40% FMR..... 84

Tabla 24 Resistencia del CC + 3.40% FMR..... 84

Tabla 25 Resistencia a flexión de CC..... 85

Tabla 26 Resistencia a flexión del CC 85

Tabla 27 Resistencia a flexión del CC 86

Tabla 28 Resistencia a flexión del CC + 1.20% FMR 86

Tabla 29 Resistencia a flexión del CC + 1.20% FMR 87

Tabla 30 Resistencia a flexión del CC + 1.20% FMR 87

Tabla 31 Resistencia a flexión del CC + 2.30% FMR 88

Tabla 32 Resistencia a flexión del CC + 2.30% FMR 88

Tabla 33 Resistencia a flexión del CC + 2.30% FMR 89

Tabla 34 Resistencia a flexión del CC + 3.40% FMR 89



Tabla 35	Resistencia a flexión del CC + 3.40% FMR	90
Tabla 36	Resistencia a flexión del CC + 3.40% FMR	90
Tabla 37	Resistencia a flexión de CC.....	91
Tabla 38	Resistencia a flexión del CC	91
Tabla 39	Resistencia a flexión del CC	92
Tabla 40	Resistencia a tracción del CC + 1.20% FMR	92
Tabla 41	Resistencia a tracción del CC + 1.20% FMR	93
Tabla 42	Resistencia a tracción del CC + 1.20% FMR	93
Tabla 43	Resistencia a tracción del CC + 2.30% FMR	94
Tabla 44	Resistencia a tracción del CC + 2.30% FMR	94
Tabla 45	Resistencia a tracción del CC + 2.30% FMR	95
Tabla 46	Resistencia a tracción del CC + 3.40% FMR	95
Tabla 47	Resistencia a tracción del CC + 3.40% FMR	96
Tabla 48	Resistencia a tracción del CC + 3.40% FMR	96
Tabla 49	Resistencia del CC + % FMR a los 7, 14 y 28 días	97
Tabla 50	Resistencia a flexión del CC + % FMR a los 7, 14 y 28 días.....	98
Tabla 51	Resistencia a tracción del CC + % FMR a los 7, 14 y 28 días.....	99



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de fibras metálicas.....	29
Figura 2 Pavimento rígido	33
Figura 3 Concreto para el pavimento	48
Figura 4 Localización de la cantera Isla	63
Figura 5 Fibras metálicas recicladas	64
Figura 6 Ensayo de granulometría	67
Figura 7 Resistencia a la compresión	69
Figura 8 Resistencia a flexión	70
Figura 9 Granulometría del agregado grueso.....	74
Figura 10 Granulometría del agregado fino.....	75
Figura 11 Comparativo de las resistencias del CC + % FMR	97
Figura 12 Comparativo de la resistencias a flexión del CC + % FMR.....	98
Figura 13 Comparativo de la resistencias a tracción del CC + % FMR.....	99



RESUMEN

La investigación titulada "Influencia de las fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca 2025", tiene la finalidad de explicar la influencia de las fibras metálicas recicladas de alambre sobre las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos urbanos. La metodología empleada presenta un enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental y método científico. Los resultados después de un periodo de 28 días de curado, muestran un concreto patrón que alcanzó un valor de 293.58 kg/cm², sin embargo, al añadir las fibras metálicas recicladas de alambre se obtuvo una resistencia de 314.32 kg/cm². Además, en la resistencia a la flexión tras un periodo de curado de 28 días, el concreto sin aditivos alcanzó una resistencia de 48.31 kg/cm², y con fibras metálicas recicladas de alambre, la resistencia a la flexión aumentó a 60.49 kg/cm². Asimismo, en la resistencia a la tracción el concreto de referencia alcanzó una resistencia a la tracción de 32.64 kg/cm², mientras que al adicionar fibras metálicas recicladas de alambre, la resistencia aumentó a 42.28 kg/cm². Finalmente se concluye que, la incorporación de fibras metálicas recicladas de alambre en la mezcla de concreto para pavimentos rígidos ofrece mejoras significativas en las propiedades mecánicas del concreto, ya que se tiene una mejora notable en la capacidad del concreto para soportar cargas y esfuerzos, tanto en condiciones de curado a 28 días como en las distintas pruebas realizadas, estos resultados sugieren que las fibras metálicas recicladas de alambre son una opción viable y beneficiosa para la elaboración de pavimentos rígidos, especialmente en áreas urbanas como el distrito de Juliaca, donde las condiciones climáticas y el tráfico pesado requieren pavimentos duraderos y resistentes.

Palabras Clave: Fibras metálicas recicladas, pavimento rígido, propiedades del concreto.



ABSTRACT

The research, entitled "Influence of Recycled Metallic Wire Fibers in Controlled Proportions on the Mechanical Properties of Concrete for Urban Rigid Pavement in the Juliaca District 2025," aims to explain the influence of recycled metallic wire fibers on the mechanical properties of concrete for urban rigid pavements. The methodology used presents a quantitative approach, applied type, explanatory level, experimental design, and scientific method. The results after a 28-day curing period show a standard concrete that reached a value of 293.58 kg/cm²; however, with the addition of recycled metallic wire fibers, a strength of 314.32 kg/cm² was obtained. Furthermore, in flexural strength after a 28-day curing period, the concrete without additives reached a strength of 48.31 kg/cm², and with recycled metallic wire fibers, the flexural strength increased to 60.49 kg/cm². Likewise, in tensile strength, the reference concrete reached a tensile strength of 32.64 kg/cm², while by adding recycled metallic wire fibers, the resistance increased to 42.28 kg/cm². Finally, it is concluded that the incorporation of recycled metallic wire fibers in the concrete mix for rigid pavements offers significant improvements in the mechanical properties of concrete, since there is a notable improvement in the concrete's ability to withstand loads and stresses, both under 28-day curing conditions and in the different tests performed, these results suggest that recycled metallic wire fibers are a viable and beneficial option for the production of rigid pavements, especially in urban areas such as the Juliaca district, where climatic conditions and heavy traffic require durable and resistant pavements.

Keywords: Recycled metal fibers, rigid pavement, concrete properties.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el crecimiento urbano y el aumento constante del tránsito vehicular demandan soluciones sostenibles y eficientes en la construcción de infraestructuras viales. En este contexto, el pavimento rígido ha demostrado ser una alternativa duradera y resistente frente a las condiciones de carga y clima adversas. Sin embargo, los esfuerzos por mejorar sus propiedades mecánicas han llevado a la incorporación de materiales complementarios que optimicen su desempeño estructural, económico y ambiental.

El concreto es uno de los materiales más utilizados en la construcción de pavimentos rígidos urbanos debido a su durabilidad, resistencia y facilidad de mantenimiento. Sin embargo, las propiedades mecánicas del concreto pueden verse afectadas por diversos factores, como la presencia de grietas y la resistencia a la flexión, lo que puede comprometer su desempeño en condiciones de carga y temperatura extremas. En este contexto, la incorporación de fibras en la mezcla de concreto ha demostrado ser una estrategia eficaz para mejorar sus propiedades, proporcionando una mayor resistencia al agrietamiento, a la fatiga y a la deformación.

Las fibras metálicas recicladas de alambre representan una alternativa innovadora y sostenible para reforzar el concreto, ya que no solo mejoran las propiedades mecánicas del material, sino que también contribuyen a la reducción de desechos metálicos y al fomento de prácticas constructivas más responsables con el medio ambiente. El uso de estas fibras recicladas ofrece una solución que se alinea con las tendencias actuales de sostenibilidad y economía circular, promoviendo la reutilización de materiales y disminuyendo la demanda de nuevos recursos.

El presente estudio tiene como objetivo analizar la influencia de las fibras metálicas recicladas de alambre sobre las propiedades mecánicas del concreto, específicamente en aplicaciones para pavimento rígido urbano. Se busca determinar si la incorporación



controlada de este material reciclado mejora las características clave como la resistencia a la compresión, flexión y tracción indirecta, en comparación con un concreto convencional. Esta investigación se enmarca en la necesidad de optimizar recursos, reducir el impacto ambiental y desarrollar soluciones viables para el contexto urbano local.

Capítulo I, identificamos y formulamos el problema de investigación, contextualizando la situación actual del uso de concreto en pavimentos rígidos urbanos y la búsqueda de alternativas más sostenibles mediante la incorporación de fibras metálicas recicladas. Se establecen los objetivos generales y específicos, la justificación, la delimitación y las hipótesis de trabajo que orientan el estudio.

Capítulo II, este capítulo presenta una revisión de estudios previos relacionados con el uso de fibras metálicas recicladas en el concreto, así como las normas técnicas pertinentes. Se desarrolla el marco teórico que sustenta la investigación, incluyendo conceptos sobre las propiedades del concreto, tipos de fibras, comportamiento mecánico, y características del pavimento rígido. Esto proporciona la base científica para la experimentación y el análisis posterior.

Capítulo III, aquí se detalla el enfoque metodológico adoptado, especificando el tipo, nivel y diseño de la investigación. Se describen las técnicas de recolección de datos, la selección y preparación de las fibras metálicas recicladas, el diseño de mezclas de concreto, y los ensayos a realizar. Además, se plantea el tratamiento estadístico que permitirá validar los resultados.

Capítulo IV, en este capítulo se exponen los resultados experimentales obtenidos a partir de los ensayos realizados a las mezclas de concreto con y sin fibras metálicas recicladas. Se analizan comparativamente los valores de resistencia mecánica y se discuten sus implicancias técnicas, económicas y ambientales. Finalmente, se evalúa la validez de las hipótesis y se discute la aplicabilidad del concreto modificado en pavimentos urbanos.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática

El crecimiento acelerado de las ciudades ha incrementado la demanda de infraestructura vial urbana resistente, duradera y sostenible. En este contexto, el concreto ha sido el principal material para la construcción de pavimentos rígidos. No obstante, presenta ciertas limitaciones frente a esfuerzos de tracción y fisuración, lo que genera una reducción de su vida útil si no se mejora su desempeño mecánico. Ante ello, diversas investigaciones buscan innovar mediante el uso de aditivos o refuerzos, como las fibras metálicas, para mejorar sus propiedades estructurales.

En el contexto internacional, en países como Estados Unidos, Alemania y China, se han desarrollado numerosas investigaciones en torno al uso de fibras metálicas en el concreto, demostrando mejoras significativas en la resistencia a la flexión, tracción y fatiga. En especial, el uso de fibras metálicas recicladas provenientes de neumáticos o alambres industriales ha ganado protagonismo como una solución ecológica y económica. Instituciones como el ACI y la European Concrete Platform promueven el estudio y la implementación de estas tecnologías, fomentando estándares que permiten su aplicación en proyectos urbanos y de infraestructura vial. A pesar de sus beneficios, la aplicación de



este tipo de concreto aún es limitada por la falta de estandarización en algunos países y la resistencia al cambio en los procesos constructivos tradicionales. (Figuerola et al., 2023).

En el contexto nacional, en Perú, el uso de concreto reforzado con fibras metálicas aún se encuentra en una etapa inicial, con estudios académicos desarrollados principalmente en universidades como la UNI, UNSAAC y UNMSM. Estos estudios han demostrado que la incorporación de fibras recicladas mejora el comportamiento mecánico del concreto, aunque su implementación práctica en obras urbanas es todavía limitada. A nivel normativo, el Reglamento Nacional de Edificaciones no contempla de manera específica el uso de fibras metálicas recicladas, lo que representa una barrera para su adopción masiva. En ciudades como Lima, Arequipa y Trujillo se han desarrollado proyectos piloto, pero la falta de políticas que promuevan la innovación sostenible en la construcción ralentiza su difusión. (Toribio & Ugaz, 2021).

En el contexto local, la ciudad de Juliaca se enfrenta a una realidad crítica respecto al deterioro prematuro de los pavimentos urbanos, debido al alto tránsito vehicular, las cargas pesadas, la falta de mantenimiento adecuado y las condiciones climáticas adversas, como las bajas temperaturas y lluvias intensas. La infraestructura vial rígida presenta fisuras, desprendimientos y deformaciones que afectan la transitabilidad y seguridad. Pese a esta situación, aún no se ha implementado el uso de concreto reforzado con fibras metálicas recicladas, a pesar de que existen residuos metálicos disponibles en la zona que podrían ser aprovechados.

Este estudio tiene como objetivo examinar el impacto de las fibras de alambre metálico reciclado en las características mecánicas del concreto, con el objetivo de presentar una alternativa técnica, económica y ambientalmente sostenible para mejorar el desempeño de los pavimentos rígidos urbanos en Juliaca. Este estudio busca sentar las bases para el uso de materiales reciclados en obras civiles locales, contribuyendo así al desarrollo de infraestructuras más duraderas, sostenibles y adaptadas a la realidad del distrito.



1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de las fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca 2025?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca?
2. ¿Cuál es la incidencia de la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca?
3. ¿Cuál es la incidencia de la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en la resistencia a la tracción del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Explicar la influencia de las fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca 2025.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de la incorporación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca.



2. Determinar la incidencia de la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca.
3. Determinar la incidencia de la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en la resistencia a la tracción del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación técnica

Esta investigación tiene como objetivo mejorar las características mecánicas del hormigón mediante la integración de fibras de alambre metálico reciclado, significando un avance técnico en la formulación de mezclas más resilientes y duraderas para pavimentos rígidos urbanos. El uso de fibras puede incrementar la resistencia a la tracción, compresión y flexión, así como mejorar el comportamiento frente a la fisuración, aportando a una solución técnica eficiente para prolongar la vida útil.

1.4.2. Justificación económica

Desde un enfoque económico, el uso de fibras metálicas recicladas, que provienen de residuos de alambre descartado, representa una alternativa de bajo costo frente a las fibras industriales tradicionales. Al reducir el consumo de materiales nuevos y aprovechar subproductos reciclados, se pueden disminuir los costos de producción del concreto y, a largo plazo, reducir los costos de mantenimiento del pavimento, debido a su mayor durabilidad.

1.4.3. Justificación social

El mejoramiento de los pavimentos urbanos con materiales reciclados no solo favorece la calidad de las infraestructuras viales, sino que también impacta en la calidad



de vida de las poblaciones. Un pavimento más resistente reduce los riesgos para peatones y vehículos, mejora la transitabilidad y contribuye al ordenamiento del espacio urbano. Además, el uso de materiales reciclados puede fomentar actividades de recolección y transformación de residuos metálicos, generando oportunidades de empleo e inclusión social en comunidades vulnerables.

1.4.4. Justificación ambiental

La adición de fibras metálicas recicladas en el concreto representa una estrategia amigable con el medio ambiente, al promover la reutilización de residuos que de otro modo contaminarían suelos o cuerpos de agua. Esta práctica se alinea con los principios de economía circular, reduciendo la huella ecológica de la industria de la construcción y minimizando el uso de recursos naturales no renovables. De esta manera, el proyecto contribuye a mitigar el impacto ambiental de las actividades constructivas, favoreciendo el desarrollo sostenible.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

La influencia de las fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas mejorará las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca 2025.

1.5.2. Hipótesis específicas

1. El efecto de la incorporación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas incrementará la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca.



2. La incidencia de la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas aumentará la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca.
3. La incidencia de la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas mejorará la resistencia a la tracción del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca.

1.6. Variables e indicadores

1.6.1. Variable independiente

Fibras metálicas recicladas de alambre.

Dimensiones:

- Adición de fibras metálicas recicladas en 1.20% FMR respecto al peso del cemento
- Adición de fibras metálicas recicladas en 2.30% FMR respecto al peso del cemento
- Adición de fibras metálicas recicladas en 3.40% FMR respecto al peso del cemento

1.6.2. Variable dependiente

Propiedades mecánicas del concreto

Dimensiones:

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la flexión.
- Resistencia a la tracción.



1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Fibras metálicas recicladas de alambre	Las fibras metálicas recicladas de alambre son un subproducto de desecho metálico reutilizado como refuerzo secundario en mezclas de concreto, con el objetivo de mejorar su ductilidad, resistencia y comportamiento frente a fisuración.	Proporción de adición de FMR respecto al peso del cemento	1.20% FMR	5 kg/m3 FMR	Balanza y ficha de dosificación	Nominal
			2.30% FMR	10 kg/m3 FMR		
			3.40% FMR	15 kg/m3 FMR		
Variable Dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Propiedades mecánicas del concreto	El concreto es un material compuesto empleado en pavimentos rígidos, cuya resistencia y desempeño estructural dependen de la calidad de los materiales y de los refuerzos utilizados. La adición de fibras metálicas recicladas busca mejorar sus propiedades mecánicas fundamentales.	Resistencia a la compresión	Kg/cm2	280 kg/cm2	ASTM C39	Continua
		Resistencia a la flexión	Kg/cm2	≥ 45.88 kg/cm2	ASTM C78 / C1609	Continua
		Resistencia a la tracción	Kg/cm2	≥ 25.50 kg/cm2	ASTM C496	Continua



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según, Pérez y Salas (2019) en su tesis "Mejoramiento de la resistencia a la tracción del concreto destinado a pavimento rígido por medio de la implementación de macrofibras metálicas", Esta investigación tuvo como objetivo examinar la variación en la resistencia a la tracción del hormigón simple mejorado con fibras metálicas, utilizando agregados de piedra local, y compararlo con el hormigón de pavimento estándar para evaluar la aplicabilidad de esta tecnología en la ciudad. Se realizó una caracterización de los agregados utilizados en la producción de hormigón para determinar sus cualidades, siendo la resistencia al desgaste (E-218) un factor significativo, con un valor del 27,23 %. Los ensayos de compresión validaron el diseño de combinación utilizado en este estudio, arrojando una resistencia promedio de 4022,86 PSI después de 28 días. Se emplearon tres dosificaciones de fibra: 25 kg/m³, 3,60 kg/m³ y 74 kg/m³ para los ensayos de tracción, con resultados de 3.49, 3.88 y 5.27 MPa, respectivamente. Para las muestras de flexión, los resultados obtenidos fueron 5,42, 5,52 y 5,73 MPa para las tres dosis, culminando en un total de 21 muestras, incluyendo aquellas sin fibras. La resistencia de las muestras de fibra de acero exhibe una mejora significativa en esta propiedad mecánica, análoga a los



resultados observados en los ensayos de flexión, ya que ambas superaron a las muestras en blanco, que registraron 3,73 MPa en tracción y 5,33 MPa en flexión. Los datos indican que las fibras de acero mejoran la resistencia a la tracción en un 43,24 % y la resistencia a la flexión en un 7,59 %, lo que representa los aumentos porcentuales desde la muestra de control hasta la dosis final (75 kg/m³).

2.1.2. *Antecedentes nacionales*

Según, Churata (2024) en su tesis "Influencia de las fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos - Arequipa", el objetivo del estudio es evaluar los efectos de la integración de fibras metálicas recicladas de neumáticos usados en el hormigón para mejorar sus propiedades mecánicas tanto en forma fresca como endurecida. El grupo de control utilizó una mezcla de hormigón estándar con una relación de c: a: p = 1:1,3:1,9 (cemento: arena: piedra triturada). El grupo experimental tuvo un diseño de mezcla idéntico al grupo de control, suplementado con fibras de acero recicladas en porciones variables: 0,50 %, 0,75 % y 1,00 % en relación con el peso del cemento. Se realizaron pruebas para evaluar la resistencia a la compresión, tracción y flexión de cilindros de hormigón con un diámetro de 0,1 m y una altura de 0,2 m, además de vigas de hormigón que medían 0,1 x 0,1 x 0,4 m. Las pruebas se realizaron en las muestras a los 7, 14 y 28 días después de la fabricación. La operación se realizó en un entorno de laboratorio de conformidad con las normas establecidas por la NTP y ASTM. Los resultados demostraron que la inclusión de fibras de acero recicladas afectó negativamente la resistencia, presentando reducciones del 4,48%, 5,81% y 8,42% en relación con el grupo de control en todos los grupos experimentales. Estas fibras mejoraron la resistencia a la tracción, presentando incrementos de 19,77%, 24,56% y 42,67% en los grupos en relación con el grupo de control. Además, los grupos experimentales exhibieron mejoras en la resistencia a la flexión del 2,78%, 14,79% y 25,21% en relación con el grupo de control. Este estudio demostró que la incorporación de fibras de acero recicladas tiene impactos variables en las características mecánicas del concreto: puede disminuir la



resistencia a la compresión mientras que paralelamente mejora la tracción y flexión del concreto. Estos hallazgos son esenciales para comprender el impacto de las fibras de acero recicladas en la resistencia del concreto.

Además, Campos (2024) en su tesis "Control de fisuras por retracción plástica en pavimento rígido con adiciones de fibra de alambre reciclado N° 16", Esta investigación busca mitigar la frecuente ocurrencia de fracturas por retracción plástica en pavimentos rígidos de 280 kg/cm² mediante la incorporación de fibras de 5 cm de longitud fabricadas a partir de alambre reciclado n.º 16. Las grietas en losas de hormigón recientemente vertidas, resultantes de la rápida evaporación de la humedad debido a las condiciones climáticas, como temperaturas elevadas, vientos fuertes y baja humedad, comprometen su estética y pueden disminuir la longevidad de la estructura si no se abordan con prontitud. Este estudio emplea un nivel explicativo y un diseño experimental. La población para la evaluación de grietas fue de 19,2 m², incluyendo cuatro muestras de losas de hormigón, cada una de 4,8 m² con un espesor uniforme de 0,15 m. Se empleó el enfoque de observación directa utilizando una hoja de observación. La resistencia a la compresión, flexión y análisis de precio unitario fueron evaluados para varias muestras con adiciones de 10, 15 y 20 kg/m³ de alambre reciclado No. 16. Los resultados óptimos involucran 20 kg/m³ de esta fibra, demostrando una reducción de grietas (CRR) de 56.8%, una disminución de 70% en incidencia de grietas, una reducción de 35.2% en longitud promedio, una disminución de 58.5% en ancho, una reducción de 92% en el área total afectada y una disminución de 74.57% en el área de grietas, en relación con la losa de concreto reforzado con fibra de acero comercial CHO 65/35 NB en la misma proporción de 20 kg/m³. La incorporación de 15 y 20 kg/m³ de fibra de alambre reciclado No. 16 mitigó efectivamente las fracturas por contracción plástica de manera más eficiente que la fibra de acero comercial.



Asimismo, Toribio y Ugaz (2021) en su tesis "Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero reciclado para mejorar las propiedades de un pavimento rígido", El hormigón se utiliza ampliamente en la construcción debido a su Resistencia (RC); sin embargo, su limitada Resistencia a la Tracción (RT) en la producción de pavimentos requiere un aumento del espesor de la losa para mantener las tensiones de tracción por debajo del Módulo de Ruptura (MR). El objetivo de este estudio es evaluar el impacto del hormigón con la adición de Fibras de Acero Reciclado (FAR) en las características del pavimento rígido. Las FAR utilizadas provienen de neumáticos desechados, con fibras de 1 mm de diámetro y cortadas a longitudes de 50 mm, destinadas a ser incorporadas como refuerzo en formulaciones de hormigón en dosis de 1%, 1,5% y 2% del peso específico del hormigón. Posteriormente, se realizarán los ensayos de Resistencia a la Flexión (RF) y RC para su evaluación. Esta investigación emplea una técnica cuantitativa, caracterizada por un nivel correlacional, naturaleza aplicada y un diseño experimental. Los resultados de las pruebas de RF y RC indicaron que el hormigón reforzado con FAR presentó incrementos del 19,42 % y el 8,51 %, respectivamente; por lo tanto, se observó una reducción de espesor de 2,40 cm. El espesor de la losa se determinó extrayendo datos de un expediente técnico de construcción de pavimento rígido.

Finalmente, Encajima (2023) en su tesis "Análisis de las propiedades físico-mecánicas del concreto con adición de fibra de alambre reciclado para pavimentos rígidos, 2022", Numerosas áreas urbanas presentan problemas significativos con los pavimentos construidos, siendo el pavimento rígido una de las opciones más viables; sin embargo, aún surgen diferentes preocupaciones sobre degradación y fallas. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar cómo cambian las características del hormigón para pavimentos rígidos. Comparando los hallazgos del concreto normal con una resistencia de 280 kg/cm² con el concreto incluyendo tres adiciones de fibra de alambre reciclado a 27, 30 y 35 kg/m³. Se prepararon especímenes de concreto, incluyendo vigas y paneles, para asegurar la recopilación precisa de datos para los ensayos realizados. Se determinó que



la adición ideal para compresión y flexión es de 27 kg/m^3 de alambre reciclado, produciendo una resistencia final de 322 kg/cm^2 y una resistencia final a la flexión de $46,24 \text{ kg/cm}^2$. En consecuencia, el aumento ideal para la resistencia al desgaste y al agrietamiento fue de 35 kg/m^3 , resultando en un desgaste promedio de $0,035\%$ y un agrietamiento promedio de $0,025 \text{ mm}$.

Asimismo, Pandal (2024) en su tesis "Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024", Los métodos innovadores de construcción integran residuos reciclados en el hormigón maestro para mejorar sus cualidades; se evaluó el impacto de los áridos reciclados en el rendimiento estructural del pavimento. Actualmente, se están explorando diversas metodologías de construcción, revelando su impacto en el comportamiento estructural del hormigón. Las fibras de hierro han demostrado ser un material ventajoso para la infraestructura vial, dando como resultado pavimentos con una durabilidad excepcional. La metodología empleada se aplicará fundamentalmente mediante un enfoque cuantitativo con un diseño experimental. Las pruebas de laboratorio se evaluaron tras la incorporación de fibras de acero al 1%, 3% y 6%, lo que resultó en un aumento de la resistencia a $296,3 \text{ kg/cm}^2$ al 1%, que luego disminuyó a $243,0 \text{ kg/cm}^2$ al 3% y a $223,0 \text{ kg/cm}^2$ al 6%, tras alcanzar la resistencia máxima a los 28 días. Esta investigación concluyó que el resultado mejoró con una adición del 1% de fibra de hierro reciclada, lo que indica que una mayor cantidad de acero reciclado no siempre produce una mayor resistencia.

2.1.3. Antecedentes locales

Según, Quispe (2024) en su tesis "Mejoramiento de las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido incorporando escorias de cobre y fibras de aluminio, Puno-2023", El objetivo principal del estudio fue evaluar el impacto de la escoria de cobre y la fibra de aluminio en las características del concreto con una resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimentos. El enfoque de investigación empleado fue científico,



aplicado, de alcance explicativo y utilizó un diseño experimental. La población de investigación consistió en concreto para pavimentos duros en Juliaca, y la muestra comprendió especímenes de concreto para pavimento que incluían escoria de cobre y fibras de aluminio. La inserción de desechos metálicos demostró un impacto en las cualidades físicas de asentamiento, peso unitario; cuando sus valores aumentaron, también se confirmó un efecto notable en las propiedades mecánicas. La resistencia se evaluó con varias dosis de escoria de cobre y fibras de aluminio, con la proporción 10% EC + 9% FA exhibiendo una resistencia a la compresión promedio de 209.35 Kg/cm², superando todas las demás dosis probadas. En consecuencia, se determina que la inclusión de escoria de cobre y fibras de aluminio afecta las características del hormigón con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos. Las propiedades del hormigón, incluyendo el asentamiento y la resistencia a la compresión con residuos metálicos, mostraron variaciones significativas en comparación con el hormigón estándar, lo que mejoró tanto la trabajabilidad como la resistencia para aplicaciones en pavimentos rígidos.

Finalmente, Capia (2022) en su tesis "Control de fisuras de retracción plástica en pavimentos rígidos empleando acero reciclado de neumáticos, Juliaca, Puno 2021", Rectificado por Objetivo: Evaluar el manejo de grietas plásticas en pavimentos con acero reciclado derivado de llantas. La metodología cuantitativa empleada fue aplicada y de diseño experimental. La técnica utilizada fue la observación directa y el instrumento fue una ficha de recolección de datos. La población estuvo constituida por 18,57 m², mientras que la muestra estuvo comprendida por 198 áreas de fisuración, con un muestreo no probabilístico empleado. Se evaluó el manejo de la formación de grietas por retracción plástica durante la fase de curado del concreto; las cantidades de acero reciclado de llantas empleadas fueron 0, 10, 20 y 30 kg/m³. Los hallazgos indicaron que con adiciones de 20 kg/m³ y 30 kg/m³, las grietas fueron mitigadas por retracción plástica, sin embargo, con una adición de 10 kg/m³, las grietas se redujeron considerablemente en comparación con



una adición de 0 kg/m³. En conclusión, se estableció que el acero reciclado de neumáticos mitiga las fracturas causadas por la contracción plástica, siendo 20 kg/m³ identificado como la dosis óptima.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Influencia de la fibra de acero reciclado de construcción en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido urbano*

El impacto de la fibra de acero reciclada en las características mecánicas del hormigón de pavimentos rígidos urbanos se refiere al efecto de estas fibras metálicas, recicladas de desechos de construcción, tienen al incorporarse en la mezcla de concreto, mejorando su comportamiento estructural y resistencia mecánica. La fibra de acero reciclado está compuesta por filamentos metálicos obtenidos de chatarra o restos de construcción, cortados en longitudes específicas para su uso como refuerzo en el concreto. (Pérez, 2023)

2.2.1.1. fibra metálica reciclada

Las fibras metálicas recicladas se refieren a hilos o alambres de metal reciclado que se transforman en fibras de diversas formas y longitudes para ser incorporadas en materiales como el concreto, con el objetivo de mejorar ciertas propiedades del mismo. Estas fibras provienen de alambres metálicos que, en lugar de ser desechados, se recolectan y procesan para su reutilización. El proceso de reciclaje no solo ayuda a reducir los residuos metálicos, sino también en la construcción, ya que se aprovechan materiales que de otro modo podrían terminar en vertederos. (Juarez et al., 2023).

Las fibras metálicas de alambres reciclados se producen mediante la extrusión o corte de los alambres reciclados en pequeñas secciones que se pueden incorporar fácilmente a las mezclas de concreto. Este tipo de fibra es muy apreciado en la construcción, especialmente en el diseño de pavimentos y estructuras de concreto, debido



a su capacidad para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, tales como su resistencia a la tracción, ductilidad y resistencia al agrietamiento. Las fibras metálicas ayudan a distribuir de manera más homogénea las cargas que actúan sobre la estructura, lo que mejora el comportamiento general del material ante esfuerzos mecánicos, térmicos y ambientales.

El uso de alambres reciclados como materia prima para la producción de fibras metálicas no solo es una opción económica, sino que también reduce la demanda de recursos vírgenes, lo que minimiza el impacto ambiental de la extracción y procesamiento de nuevos metales. En este contexto, las fibras metálicas recicladas se presentan como una alternativa de bajo costo y alto rendimiento, especialmente cuando se busca una mayor resistencia a la fatiga y a la fractura en estructuras de concreto. (Juarez et al., 2023).

2.2.1.2. fibra metálica reciclada

Las fibras metálicas se utilizan en el concreto para mejorar sus propiedades, como la resistencia a la tracción, la flexión y la prevención de fisuración. Estas fibras son especialmente útiles en aplicaciones como pavimentos rígidos. (Rojas, 2020). A continuación, te presento los tipos de fibras metálicas más comunes:

- **Fibras de acero corrugado.**

Descripción: Fibras de acero con una superficie rugosa o corrugada, que proporcionan una mayor adherencia al concreto, ayudando a mejorar la distribución de tensiones y la resistencia a la tracción.

Aplicación: Se utilizan principalmente en pavimentos industriales, pisos de concreto, y en estructuras que experimentan esfuerzos térmicos o de fatiga, donde es necesario evitar fisuras y mejorar la resistencia estructural.

- **Fibras de acero liso.**

Descripción: Fibras de acero sin textura o corrugado, con una superficie lisa que ofrece menos adherencia que las fibras corrugadas. Aunque su rendimiento es menor



en términos de resistencia a tracción, siguen siendo útiles en el refuerzo del concreto. (Rojas, 2020).

Aplicación: Son empleadas en aplicaciones generales de refuerzo de concreto, como pavimentos, losas de concreto, y estructuras de carga moderada donde no se requiere un refuerzo extremo, pero sí mejora en la prevención de fisuras.

- **Fibras de acero de alta resistencia.**

Descripción: Fibras fabricadas con acero de alta resistencia que ofrecen una mayor capacidad de refuerzo, lo que las hace ideales para estructuras que deben resistir cargas muy altas o esfuerzos repetidos.

Aplicación: Se utilizan en pavimentos rígidos, plataformas de carga pesada y estructuras de concreto expuestas a condiciones extremas como zonas industriales, donde se requiere una mayor capacidad de soporte y durabilidad frente a cargas dinámicas.

- **Fibras de acero de baja elasticidad.**

Descripción: Fibras de acero diseñadas para ofrecer mayor deformación antes de fracturarse, lo que mejora la resistencia al agrietamiento por retracción o cambios térmicos en el concreto.

Aplicación: Son útiles en pavimentos de concreto que deben resistir movimientos térmicos y condiciones de trabajo que requieran una mayor flexibilidad, como en pavimentos urbanos y concretos donde se prevé un comportamiento más flexible.

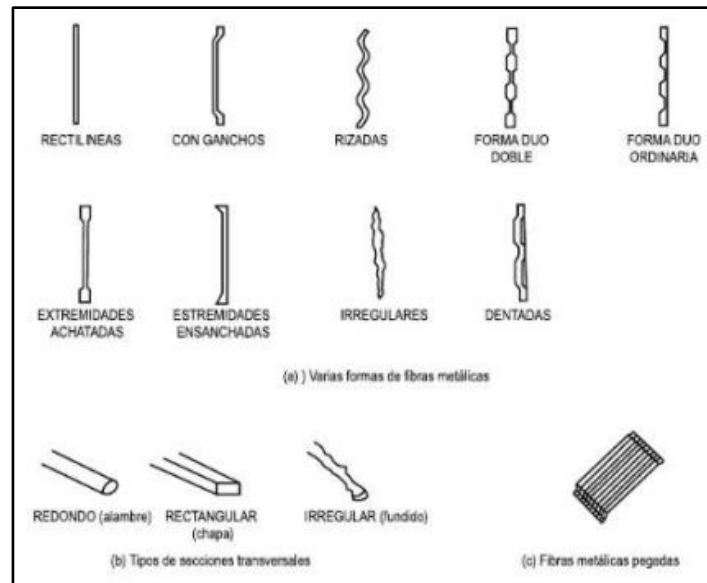
- **Fibras de acero recubiertas.**

Descripción: Fibras metálicas que han sido recubiertas con materiales como zinc, cobre o polímeros para mejorar su resistencia a la corrosión, lo cual es esencial en ambientes agresivos o húmedos. (Rojas, 2020).

Aplicación: Son ideales para pavimentos y estructuras de concreto que estarán expuestas a condiciones corrosivas, como plantas de tratamiento de aguas, plataformas marítimas y otras estructuras en contacto con ambientes húmedos.

Figura 1

Tipos de fibras metálicas



Nota. Fibras metálicas de diferentes formas.

2.2.1.3. Propiedades físicas y mecánicas de las fibras metálicas

Las fibras metálicas se utilizan para mejorar las cualidades mecánicas del hormigón, especialmente en situaciones que requieren una mayor resistencia al agrietamiento, al impacto y a la fatiga. Estas fibras, que pueden ser de acero, hierro, aleaciones especiales o metales reciclados, tienen propiedades que varían según su composición, forma, y aplicación. (Condori & Resalve, 2024). A continuación, te detallo las principales propiedades físicas y mecánicas de las fibras metálicas:

Propiedades físicas:

1. Densidad.



- Descripción: La densidad de las fibras metálicas varía según el tipo de metal utilizado, pero generalmente es alta debido a que están hechas de materiales como acero o hierro. Las fibras de acero tienen una densidad que generalmente oscila entre 7.8 y 8.0 g/cm³.
- Importancia: Una alta densidad contribuye a la estabilidad del concreto, aumentando la capacidad de carga del material y contribuyendo a la resistencia a impactos y cargas dinámicas.

2. Longitud y diámetro.

- Descripción: Las fibras metálicas se fabrican en diversas longitudes y diámetros, lo que afecta tanto a su funcionalidad como a su rendimiento en la mezcla de concreto. Las longitudes suelen variar entre 25 mm y 50 mm, y el diámetro entre 0.5 mm y 2 mm.
- Importancia: La longitud y el diámetro de las fibras influyen en la distribución de las tensiones dentro del concreto, controlando mejor las fisuras y mejorando la tenacidad del material.

3. Forma.

- Descripción: Las fibras metálicas pueden ser de diferentes formas, como rectas, onduladas o en espiral, lo que afecta la adherencia al concreto.
- Importancia: Las fibras con formas más rugosas o corrugadas proporcionan una mejor adherencia y, por lo tanto, una mayor eficacia en el refuerzo del concreto frente a tensiones de tracción y flexión. (Condori & Resalve, 2024).

4. Conductividad térmica.

- Descripción: Las fibras metálicas tienen una alta conductividad térmica debido a su composición metálica.
- Importancia: Esta característica es ventajosa en escenarios en los que el hormigón está sujeto a temperaturas severas, ya que las fibras pueden ayudar a disipar el calor de manera más eficiente.

5. Resistencia a la corrosión.



- Descripción: Las fibras de acero, si no están recubiertas, pueden ser susceptibles a la corrosión, especialmente en ambientes húmedos o agresivos. Sin embargo, las fibras recubiertas con materiales como zinc o polímeros tienen mayor resistencia a la corrosión.
- Importancia: La resistencia a la corrosión es crucial para la durabilidad del concreto, especialmente en ambientes expuestos a condiciones químicas o climáticas extremas.

Propiedades mecánicas:

6. Resistencia a la tracción.

- Descripción: Las fibras metálicas son muy fuertes en cuanto a la resistencia a la tracción, lo que significa que pueden resistir esfuerzos de estiramiento sin fracturarse.
- Importancia: Esta propiedad es fundamental para mejorar el concreto para resistir esfuerzos de tracción y flexión, lo que contribuye a reducir las fisuras por retracción o carga. (Condori & Resalve, 2024).

7. Módulo de elasticidad.

- Descripción: El módulo de elasticidad de las fibras metálicas es alto, lo que indica que las fibras son rígidas y no se deforman fácilmente bajo cargas. Este módulo varía dependiendo del tipo de metal, pero en general, las fibras metálicas tienen un módulo de elasticidad que puede estar entre 200,000 MPa y 210,000 MPa.
- Importancia: Un módulo de elasticidad alto ayuda a mejorar la rigidez del concreto, lo que permite que las fibras distribuyan las tensiones de manera más eficiente y contribuyan a la resistencia general del material.

8. Resistencia a la fatiga.

- Descripción: Las fibras metálicas tienen buena resistencia, ya que pueden soportar ciclos repetidos de carga sin sufrir fallas estructurales.



- **Importancia:** Esto es especialmente importante en pavimentos o estructuras sometidas a cargas dinámicas o repetidas, como en carreteras, puentes o pavimentos industriales.

9. Resistencia al impacto.

- **Descripción:** Las fibras metálicas ayudan a mejorar la resistencia del concreto al impacto. Esto se debe a que las fibras actúan como refuerzo adicional, evitando que el concreto se fracture rápidamente bajo cargas de choque.
- **Importancia:** Aumenta la durabilidad del concreto, especialmente en aplicaciones donde se requieren altas resistencias al impacto, como en pavimentos de aeropuertos o fábricas.

10. Ductilidad.

- **Descripción:** La ductilidad de las fibras metálicas es moderada, lo que significa que pueden deformarse considerablemente antes de romperse, aunque no tanto como los materiales con alta ductilidad. (Condori & Resalve, 2024).
- **Importancia:** Mejora la tenacidad del concreto y contribuye a evitar fisuras prematuras bajo cargas dinámicas, permitiendo que el material se deforme de manera controlada sin fracturarse.

2.2.1.4. Pavimento rígido

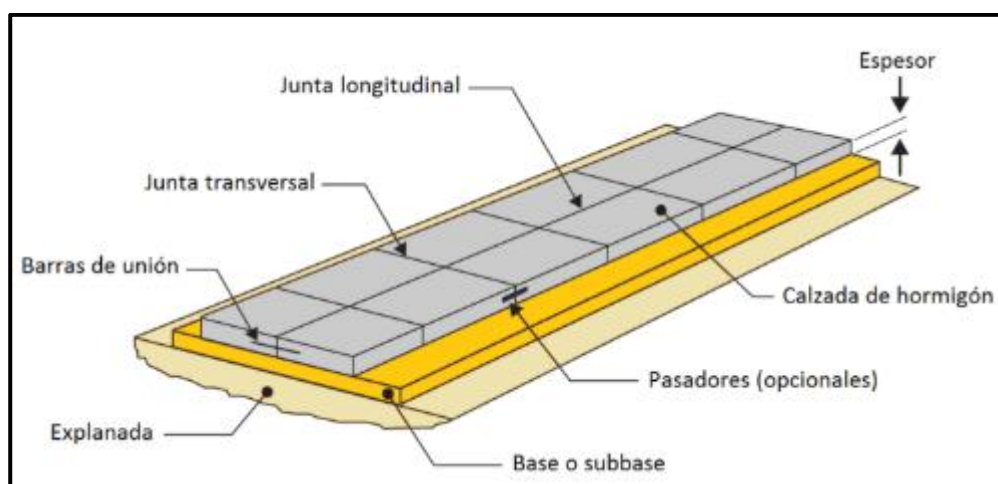
El concreto hidráulico constituye la mayor parte de la capa de rodadura del pavimento rígido, una forma de estructura vial que se distingue por su alta rigidez y capacidad para dispersar las cargas de los vehículos en una gran superficie. A diferencia del pavimento flexible, que se deforma significativamente bajo carga, el pavimento rígido actúa como una losa estructural que dispersa las fuerzas hacia las capas inferiores con mínima deformación. Esta capacidad se debe a las propiedades del concreto endurecido, como su elevada resistencia y su durabilidad frente a agentes ambientales. (Magalhaes, 2024).

El diseño del pavimento rígido considera variables como el espesor de la losa de concreto, el tipo de apoyo (subbase o subrasante), la presencia de juntas de contracción, expansión y construcción, así como posibles refuerzos de acero o fibras para controlar el agrietamiento. En función de su diseño estructural, los pavimentos rígidos pueden clasificarse en pavimentos de losa simple (no reforzados), pavimentos con refuerzo distribuido o pavimentos continuos con refuerzo (CRCP). La elección del tipo adecuado depende del volumen de tránsito, condiciones climáticas, características del suelo y vida útil esperada.

Entre las principales ventajas del pavimento rígido destacan su larga vida útil (20 a 30 años o más), su bajo mantenimiento estructural, y su alta resistencia a cargas repetitivas y condiciones severas como humedad, congelamiento, deshielo o sustancias químicas. Asimismo, ofrece una superficie de rodadura más estable y uniforme, lo cual mejora la seguridad y reduce los costos operativos del transporte. Sin embargo, su construcción inicial puede implicar mayores costos económicos y tiempos de fraguado, lo que requiere una adecuada planificación técnica y logística. (Magalhaes, 2024).

Figura 2

Pavimento rígido



Nota. Estructura típica de un pavimento (Calo et al., 2015).

En resumen, el pavimento rígido es una solución eficiente y duradera para vías de alto tránsito, aeropuertos, terminales de carga y obras urbanas donde se busca estabilidad estructural y bajo mantenimiento a largo plazo. Su correcto diseño, ejecución y mantenimiento son clave para garantizar un desempeño óptimo y una larga vida útil frente a las exigencias del tránsito moderno y las condiciones ambientales cambiantes.

2.2.1.5. Características del pavimento rígido.

El pavimento consiste principalmente en losas de concreto que sirven como componentes estructurales, sosteniendo efectivamente y transfiriendo inmediatamente las cargas del tráfico vehicular a la subrasante. Este tipo de pavimento posee una alta resistencia a la compresión, buena resistencia a la flexión, y presenta una baja deformación debido a su elevado módulo de elasticidad. Tiene una vida útil prolongada, generalmente entre 20 y 30 años, con requerimientos mínimos de mantenimiento estructural. A diferencia de los pavimentos flexibles, el pavimento rígido no presenta ahuellamientos ni deformaciones plásticas, y su superficie ofrece una alta reflectancia luminosa, mejorando la visibilidad nocturna. Requiere del uso de juntas de contracción, expansión y construcción para controlar las fisuras, y puede incluir refuerzos o fibras para mejorar su comportamiento ante tensiones. Aunque su costo inicial y el tiempo de habilitación son mayores, su durabilidad y bajo mantenimiento lo convierten en una solución eficiente para vías de alto tránsito y zonas de carga pesada. (Pérez, 2023).

Tabla 2

Características del pavimento rígido

Características	Descripción
Material principal	Concreto hidráulico (con o sin refuerzo)
Distribución de cargas	Distribuye cargas en un área más amplia gracias a su rigidez
Espesor	Mayor que en pavimentos flexibles
Juntas	Necesita juntas de dilatación, contracción y construcción
Durabilidad	Alta (20-30 años o más)



Resistencia al clima	Excelente, incluso en condiciones extremas
Resistencia a combustibles y aceites	Alta, no se ve afectado como el asfalto
Tipo de mantenimiento	Bajo mantenimiento a largo plazo
Costo inicial	Alto (más caro que el pavimento flexible)
Construcción	Proceso más complejo y tiempo de curado
Uso típico	Vías urbanas, aeropuertos, patios industriales, carreteras de alto tráfico.

2.2.1.6. Comportamiento estructural del pavimento rígido

El comportamiento del pavimento depende de la interacción entre sus distintas capas, así como de los materiales utilizados y las condiciones del tráfico. A continuación, te explico cómo actúa este tipo de pavimento en términos de cargas, deformaciones, y su respuesta a factores externos.

1. Distribución de cargas.

- Resistencia a la deformación: El concreto rígido distribuye las cargas de tráfico a través de la capa de rodadura, que tienen alta rigidez. Esto significa que las cargas se distribuyen sobre un área más amplia de la subbase y la subrasante, lo que reduce la presión que se transmite al suelo subyacente. (Villabon, 2020).
- La capa de base y subbase ayudan a distribuir aún más las cargas hacia la subrasante, proporcionando soporte adicional y reduciendo el riesgo de fallas estructurales.

2. Transferencia de tensiones.

- Las losas de concreto (capa superior del pavimento rígido) actúan como una estructura de viga que transfiere las tensiones a través de su longitud. Estas losas se diseñan con ciertas juntas de contracción y dilatación para evitar fisuras excesivas debido a la expansión térmica y la retracción del concreto.
- A medida que un vehículo pasa sobre el pavimento, las tensiones se concentran debajo de las ruedas, pero las losas de concreto distribuyen estas tensiones de manera eficiente a las capas inferiores.



3. Deformaciones y rigidez.

- El pavimento rígido es menos deformable que el pavimento flexible. Esto se debe a la alta rigidez del concreto, que resiste mejor las deformaciones plásticas (como las rodaduras) bajo cargas de tráfico. (Villabon, 2020).
- Sin embargo, las fisuras pueden formarse en las losas debido a los esfuerzos térmicos, la retracción del concreto o las variaciones de carga. Las juntas se utilizan para controlar y prevenir la propagación de estas fisuras.

4. Fatiga del pavimento.

- Aunque el concreto tiene una alta resistencia, está sujeto a fatiga debido a las cargas repetidas. Las fisuras por fatiga son más comunes en áreas con tráfico intenso, pero si el diseño es adecuado (considerando el grosor de las losas y las características del material), la vida útil que puede ser de varias décadas.
- Las fisuras de fatiga generalmente se forman en áreas donde las tensiones del tráfico son más altas, y pueden ir acompañadas de la deformación de la capa de base o subbase.

5. Efecto de la temperatura y humedad.

- Variación térmica: El concreto es muy sensible a los cambios de temperatura. Durante el día, cuando la temperatura es alta, el pavimento se expande; por la noche, cuando baja la temperatura, se contrae. Estas fluctuaciones térmicas generan tensiones internas en las losas de concreto.
- Juntas de dilatación son esenciales para permitir que el pavimento se expanda y contraiga sin agrietarse.

6. Comportamiento ante cargas largas y pesadas.

- En pavimentos de concreto, las cargas pesadas (como las de camiones de gran tonelaje) provocan una flexión de las losas de concreto. Sin embargo, la rigidez del material asegura que las deformaciones sean mínimas.



- Si las cargas son excesivas, pueden causar grietas, pero las losas siguen funcionando debido a la distribución de las tensiones a través de las capas de base y subbase. (Villabon, 2020).

7. Efecto del agua y drenaje.

- El drenaje adecuado es crucial. Si el pavimento no está diseñado correctamente para evitar el agua acumulada en las capas inferiores (subbase y subrasante), el pavimento puede deformarse o deteriorarse prematuramente. El concreto es resistente al agua, pero el agua atrapada en la subbase puede afectar la capacidad de soporte.

8. Comportamiento de las juntas.

- Las juntas de contracción y dilatación en el pavimento rígido permiten que el concreto se expanda o contraiga sin causar fisuras excesivas. Las juntas de construcción también se colocan en las zonas donde se termina un segmento de pavimento y se comienza otro.
- El uso de materiales sellantes en las juntas ayuda a prevenir la filtración de agua y evita daños estructurales.

2.2.1.7. Deterioro común en pavimentos urbanos

El deterioro de los pavimentos urbanos es un problema común debido al alto tráfico, las condiciones climáticas, la calidad del material y la falta de mantenimiento adecuado. Los pavimentos urbanos, especialmente los de concreto o asfalto, están sujetos a varios tipos de daños que afectan su rendimiento y durabilidad. (Salas, 2024). A continuación, te menciono los tipos de deterioro más comunes:

a) Fisuración.

- Fisuras por fatiga: Estas fisuras se producen debido al esfuerzo repetido del tráfico, especialmente bajo cargas pesadas. La fatiga de los materiales del pavimento puede generar grietas en las losas de concreto o en el asfalto.



- Fisuras por contracción: A medida que el material de pavimento se seca o se somete a temperaturas extremas, puede contraerse, lo que genera fisuras en su superficie.
- Fisuras de estrés térmico: Las variaciones de temperatura (calor en el día y frío por la noche) pueden causar que el pavimento se expanda o se contraiga, lo que genera fisuras.

b) Desgaste superficial.

- Desgaste por tráfico: El continuo paso de vehículos genera desgaste de la superficie, lo que provoca la pérdida de agregados y la degradación del material superficial. Este fenómeno es más evidente en pavimentos de asfalto, pero también puede afectar el concreto.
- Desgaste por abrasión: La acción de las llantas de los vehículos sobre el pavimento produce desgaste en la superficie, lo que puede llevar a una pérdida de textura y a la reducción de la adherencia.

c) Pavimento ondulado o desnivelado.

- El tráfico pesado o la compactación incorrecta de las capas inferiores del pavimento pueden causar desniveles en la superficie.
- En pavimentos rígidos, el asentamiento diferencial entre las losas puede provocar ondulaciones o irregularidades, afectando la calidad del rodamiento.
- Este deterioro también puede estar relacionado con problemas en la subrasante o la subbase, que no han sido adecuadamente estabilizadas o que han cedido por la presión de las cargas. (Salas, 2024).

d) Desprendimiento de agregados (En asfalto).

En pavimentos asfálticos, el desprendimiento de agregados ocurre cuando la mezcla asfáltica pierde cohesión, lo que lleva a la pérdida de la capa superficial de agregados. Esto puede ser consecuencia de una mala compactación o una fórmula de mezcla incorrecta.



e) Rugosidad Excesiva.

Con el tiempo, la rugosidad del pavimento puede aumentar debido al desgaste y fisuración. Esto afecta la comodidad del viaje, aumenta el desgaste de los vehículos y puede afectar la seguridad vial, especialmente cuando la rugosidad es excesiva.

f) Hinchamiento o grietas por humedad (en pavimentos de concreto).

- En pavimentos rígidos, la humedad puede penetrar en las juntas o en las fisuras. Esta agua puede filtrarse y causar hinchamiento en las capas inferiores (base o subbase), lo que genera fisuras y desprendimiento de la losa.
- La humedad también puede afectar las propiedades del concreto, causando la expansión del concreto (por ejemplo, por reacción álcali-sílice).

g) Rodaduras o rupturas localizadas.

- Este deterioro se observa más en pavimentos flexibles (asfalto). Las rodaduras ocurren cuando la superficie se deforma bajo la acción de las cargas repetidas, creando huecos o deformaciones localizadas que pueden afectar la funcionalidad del pavimento.
- La depresión de las llantas puede ocurrir cuando hay deficiencias en la base o subbase del pavimento, permitiendo que las ruedas causen compresión en áreas específicas.

h) Alabeo o deformación plástica.

- En pavimentos asfálticos, la deformación plástica se genera por la alta temperatura del asfalto durante el calor intenso. Esto provoca que la superficie se abombe o deforme, afectando la nivelación del pavimento.
- Las zonas deformadas pueden ser peligrosas, ya que representan riesgos para los vehículos y pueden generar accidentes. (Salas, 2024).

i) Corrosión en pavimentos rígidos.

En algunos casos, especialmente en pavimentos de concreto, puede haber corrosión de las armaduras de acero debido a la filtración de agua o la exposición a cloruros (por



ejemplo, sal para deshielo). Esto debilita la estructura interna del pavimento, lo que puede generar fisuras y desprendimientos en la superficie.

j) Agujeros o baches (principalmente en pavimentos asfálticos).

- Los baches son depresiones o huecos en el pavimento que se desarrollan por la pérdida de material superficial, generalmente a causa de fugas de agua que desestabilizan las capas inferiores o por el efecto de las cargas repetidas.
- En pavimentos asfálticos, esto ocurre cuando las fisuras se agrandan y el tráfico las empeora.

2.2.2. Concreto reforzado con fibras metálicas

El concreto reforzado es una variante del concreto tradicional que adiciona fibras de metal, generalmente de acero, en su mezcla para mejorar sus propiedades mecánicas y su desempeño frente a diversas cargas y condiciones. Estas fibras metálicas pueden ser de diferentes formas y tamaños, tales como fibras cortas, alambres o varillas finas, que se distribuyen de manera uniforme dentro del concreto.

El propósito principal de estas fibras es mejorar la resistencia del concreto a la fisuración, especialmente en situaciones donde se espera un alto estrés o esfuerzo mecánico. Las fibras metálicas refuerzan la estructura del concreto, ayudando a distribuir las tensiones a través de toda la masa del material, lo que reduce la probabilidad de que aparezcan fisuras o grietas. Esto es particularmente beneficioso en aplicaciones donde el concreto está sometido a ciclos de carga repetidos, como en pavimentos, túneles, puentes y elementos estructurales expuestos a condiciones extremas. (Farfán et al., 2019).

Además de mejorar la resistencia a la fisuración, el concreto reforzado con fibras metálicas también tiene diversas ventajas. Las fibras actúan como una malla interna que refuerza el concreto frente a agresiones externas, como la abrasión o el impacto, aumentando la vida útil de las estructuras. Sin embargo, su costo suele ser más elevado en comparación con el concreto sin refuerzo, debido al precio de las fibras metálicas y la complejidad de su mezcla.



2.2.2.1. Efecto de las fibras metálicas en el concreto

Las fibras metálicas tienen un impacto significativo en las propiedades del concreto, mejorando varios aspectos de su desempeño. (Sandoval, 2022). A continuación, se detallan los principales efectos que las fibras metálicas tienen en el concreto:

✓ **Mejora de la resistencia a la fisuración.**

El principal efecto de las fibras metálicas en el hormigón es su capacidad para disminuir el desarrollo de fracturas. Las fibras funcionan como un refuerzo interno que ayuda a distribuir las tensiones de manera más uniforme a través del material. Esto es crucial, ya que el concreto es muy susceptible a la fisuración debido a la retracción por fraguado, cambios térmicos o cargas cíclicas. Al incorporar fibras metálicas, las fisuras se controlan mejor, ya que las fibras "atrapan" las grietas y limitan su propagación.

✓ **Aumento de la resistencia a la tracción y flexión.**

El concreto, por sí solo, tiene una resistencia relativamente baja a la tracción y flexión, lo que lo hace propenso a agrietarse cuando se somete a tensiones de este tipo. Las fibras metálicas mejoran considerablemente estas propiedades, ya que las fibras ayudan a resistir las fuerzas de tracción que normalmente generarían grietas. Como resultado, el concreto reforzado con fibras metálicas puede soportar mayores esfuerzos antes de fallar. (Sandoval, 2022).

✓ **Mejora en la durabilidad.**

El concreto con fibras metálicas tiende a ser más resistente a la abrasión, lo que lo hace más duradero en superficies expuestas al desgaste, como pavimentos o pisos industriales. Además, las fibras metálicas aumentan la resistencia del concreto a los impactos y a las cargas cíclicas, lo que también contribuye a su mayor vida útil, especialmente en ambientes agresivos como aquellos con vibraciones o movimientos frecuentes.

✓ **Mayor control de fisuración en condiciones térmicas.**

El concreto experimenta cambios térmicos durante su fraguado y curado, lo que puede causar tensiones internas que resultan en fisuración. Las fibras metálicas ayudan a



mitigar este efecto al proporcionar una resistencia adicional a la expansión y contracción térmica, lo que reduce la posibilidad de agrietamiento por cambios de temperatura.

✓ **Mejora en el comportamiento ante cargas dinámicas.**

El concreto reforzado es más efectivo cuando se trata de cargas dinámicas o de choque, como las que pueden presentarse en estructuras sometidas a impactos o movimientos. Las fibras actúan como una red interna que distribuye las fuerzas de impacto a lo largo de la estructura, evitando que una sola área se vea sobrecargada y protegiendo al concreto de fallos catastróficos.

✓ **Aumento de la resistencia a la fatiga.**

Las fibras metálicas también mejoran la resistencia del concreto frente a la fatiga, un fenómeno que ocurre cuando el material se somete a cargas repetitivas a lo largo del tiempo. Al reducir las tensiones de manera más homogénea, el concreto con fibras tiene una mayor vida útil en aplicaciones de alto desgaste, como pavimentos y estructuras de tráfico pesado.

✓ **Reducción de la necesidad de refuerzo adicional.**

Aunque las fibras metálicas no reemplazan completamente las varillas de acero convencionales en estructuras muy exigentes, pueden reducir la cantidad de refuerzo tradicional necesario. En ciertas aplicaciones, el refuerzo con fibras metálicas puede ser suficiente para mejorar el rendimiento del concreto, lo que puede llevar a una reducción de los costos de construcción y de tiempo de ejecución. (Sandoval, 2022).

✓ **Mejora de la resistencia a la corrosión.**

En entornos donde el concreto está expuesto a condiciones agresivas, como ambientes salinos (por ejemplo, cerca de la costa o en zonas con carreteras tratadas con sal para el hielo), la corrosión de las barras de refuerzo es una preocupación común. Las fibras metálicas no se ven afectadas por la corrosión como las varillas de acero, lo que puede mejorar la durabilidad del concreto en estos ambientes.

2.2.2.2. Influencia en la resistencia a la compresión

La influencia de las fibras en el concreto es un tema relevante, ya que la compresión es una de las principales fuerzas que el concreto debe soportar en muchas aplicaciones estructurales. A pesar de que el concreto es principalmente resistente, la adición de fibras metálicas tiene un efecto limitado sobre este tipo de resistencia, pero sí puede mejorar el comportamiento global del material frente a otras propiedades mecánicas. (Farfán et al., 2019).

Efecto directo sobre la resistencia.

El concreto es más fuerte cuando se somete a fuerzas compresivas debido a su estructura interna, y las fibras metálicas, al ser un refuerzo más orientado a la resistencia a la tracción y la flexión. La actuación del concreto con fibras metálicas bajo compresión puede variar dependiendo del tipo de las fibras, así como del diseño de la mezcla.

Comportamiento bajo cargas cíclicas o dinámicas.

Aunque las fibras metálicas no mejoran de manera significativa la resistencia, tienen un efecto importante en el comportamiento del concreto cuando se somete a cargas dinámicas o cíclicas. En estructuras expuestas a cargas repetitivas o impactos, lo que previene la formación de fisuras. Esto, indirectamente, puede mejorar la capacidad del concreto para resistir cargas de compresión repetidas sin experimentar fallos prematuros.

Mejora de la post-fisuración.

El concreto tiende a comportarse mejor después de la aparición de fisuras bajo compresión. Cuando el concreto experimenta una fisura bajo compresión, las fibras metálicas ayudan a mantener la integridad del material al evitar que las grietas se propaguen rápidamente. Esto puede resultar en una mayor capacidad de carga post-fisuración, lo que permite que la estructura resista fuerzas adicionales incluso después de haber ocurrido una fisura. (Farfán et al., 2019).



Reducción de microfisuras.

Otro efecto que las fibras metálicas tienen sobre el concreto es la reducción de microfisuras, que suelen formarse durante el fraguado o debido a esfuerzos térmicos. Estas pequeñas fisuras no siempre afectan directamente la resistencia a la compresión, pero pueden actuar como puntos de inicio de fisuras más grandes que comprometan la estructura. Al reducir estas microfisuras, las fibras metálicas contribuyen a mantener la integridad del concreto, lo que puede ser beneficioso cuando se somete a cargas compresivas.

2.2.2.3. Influencia en la resistencia a la flexión

La influencia de las fibras metálicas en la resistencia a la flexión del concreto es una de las áreas en las que este tipo de refuerzo muestra un impacto significativo. El concreto es naturalmente más fuerte bajo compresión que bajo flexión, y su capacidad para resistir esfuerzos de flexión depende en gran medida del refuerzo adicional, como las fibras metálicas. La adición de fibras metálicas mejora las propiedades del concreto al ayudar a resistir las tensiones que ocurren cuando una estructura se somete a cargas que generan flexión, como en vigas, losas o pavimentos. (Campos & Sanchez, 2025)

Refuerzo de las propiedades de flexión.

Las fibras metálicas actúan como un refuerzo que distribuye de manera más uniforme las tensiones dentro del concreto cuando se somete a fuerzas de flexión. En lugar de concentrarse en puntos específicos, las fibras metálicas proporcionan un refuerzo adicional a lo largo de todo el material, lo que mejora la capacidad de la mezcla para resistir la deformación sin fracturarse. Este refuerzo mejora directamente la resistencia a la flexión del concreto, ya que las fibras impiden que las fisuras se propaguen rápidamente y ayudan a mantener la integridad estructural incluso cuando se generan tensiones altas.

Control de fisuración bajo flexión.

Una de las principales ventajas de las fibras en el concreto es su capacidad para controlar la fisuración bajo flexión. El concreto es muy susceptible a agrietarse cuando se



somete a esfuerzos de flexión, especialmente cuando se encuentra sin un refuerzo adecuado. Las fibras metálicas ayudan a prevenir el desarrollo de fisuras grandes al reducir la propagación de microfisuras, limitando así los efectos de la flexión. Este control de fisuración permite que el concreto mantenga su resistencia a la flexión durante más tiempo, incluso cuando se somete a cargas repetidas o variables.

Aumento de la capacidad de carga bajo flexión.

El concreto con fibras metálicas tiene una capacidad significativamente mejorada para resistir cargas de flexión, especialmente en situaciones de carga cíclica o dinámica, donde las tensiones pueden variar con el tiempo. Las fibras metálicas actúan como una malla interna que proporciona soporte adicional, ayudando al concreto a resistir las tensiones causadas por el momento de flexión.

Mejora en la ductilidad del concreto.

Las fibras metálicas también mejoran la ductilidad del concreto. Este comportamiento es particularmente valioso bajo flexión, donde el concreto sin refuerzo podría agrietarse y fracturarse de manera repentina. Las fibras metálicas permiten que el concreto se deforme de manera más controlada, distribuyendo las tensiones de flexión de manera más homogénea y evitando el colapso instantáneo. Esto contribuye a una mayor seguridad y estabilidad estructural, especialmente en aplicaciones donde la flexión es un factor crítico. (Campos & Sanchez, 2025).

Mejora del comportamiento post-fisuración bajo flexión.

Después de que el concreto comienza a fisurarse debido a la flexión, las fibras metálicas juegan un papel importante en el comportamiento post-fisuración. En lugar de que las fisuras se amplíen rápidamente y conduzcan a una falla total, las fibras metálicas actúan como una "red" interna que retiene las partes del concreto en su lugar. Esto permite que el concreto continúe soportando cargas, aunque haya comenzado a agrietarse, y aumenta la capacidad de la estructura para resistir cargas de flexión a lo largo del tiempo, incluso después de que se han formado fisuras.



2.2.2.4. Influencia en la resistencia a la tracción

La influencia de las fibras metálicas en la tracción del concreto es un aspecto clave en el que este tipo de refuerzo muestra un impacto significativo. El concreto es un material que, por su naturaleza, tiene una tracción relativamente baja. Esto significa que es susceptible a agrietarse y fracturarse cuando se le someten fuerzas de tracción, como las que ocurren en estructuras sometidas a estiramiento o tensado. Las fibras metálicas, al ser incorporadas en la mezcla de concreto, mejoran considerablemente la capacidad del material para resistir estas fuerzas.

Refuerzo de la resistencia.

Las fibras metálicas actúan como una red interna que distribuye de manera uniforme las tensiones generadas por la tracción en el concreto. Cuando el concreto se somete a esfuerzos de tracción, las fibras metálicas ayudan a resistir estas fuerzas, ya que las fibras están ancladas en la matriz del concreto y pueden actuar para detener la propagación de grietas. Al incrementar la cantidad de fibras metálicas en la mezcla, se mejora la capacidad de la estructura de concreto para resistir el agrietamiento bajo tracción, lo que contribuye a una mayor resistencia general. (Huarco, 2018).

Reducción de la fisuración por tracción.

Una ventajas del concreto reforzado con fibras metálicas es su capacidad para controlar la fisuración. Las tensiones de tracción, especialmente durante el fraguado o por cambios térmicos, pueden inducir fisuras en el concreto. Las fibras metálicas ayudan a mitigar este problema al formar una red interna que restringe el crecimiento de las fisuras. Esto significa que el concreto no se agrieta de manera tan fácil o prematura, lo que mejora su comportamiento bajo condiciones de tracción. Al reducir la propagación de las fisuras, las fibras metálicas contribuyen a una mayor resistencia a la tracción a largo plazo.

Mejora del comportamiento post-fisuración.

Cuando el concreto comienza a agrietarse debido a esfuerzos de tracción, las fibras metálicas juegan un papel crucial en mantener la cohesión del material. Después de que una fisura se ha formado, las fibras metálicas actúan como "puentes" entre las partes del



concreto, evitando que las grietas se propaguen rápidamente. Esto permite que el concreto continúe resistiendo cargas de tracción incluso después de la aparición de fisuras, lo que mejora la capacidad del concreto para mantener su funcionalidad y evitar el fallo catastrófico prematuro.

Aumento de la tenacidad del concreto.

La adición de fibras metálicas también aumenta la tenacidad del concreto, lo que significa que el material puede absorber más energía antes de fracturarse. La tenacidad es particularmente importante cuando el concreto está sometido a fuerzas de tracción, ya que mejora su capacidad para deformarse y redistribuir las tensiones sin colapsar. Esto se debe a que las fibras metálicas contribuyen a una mayor cohesión en la matriz de concreto, lo que resulta en un material más resistente a los esfuerzos de tracción, incluso cuando se están generando fisuras. (Huarco, 2018).

Mejora en la durabilidad frente a cargas repetitivas.

El concreto está sujeto a cargas repetitivas o cíclicas, como en pavimentos o elementos expuestos a vibraciones, la resistencia a la tracción se vuelve aún más importante. Las fibras metálicas ayudan a mejorar el comportamiento del concreto bajo estos esfuerzos repetidos, ya que actúan para distribuir las tensiones y reducir la formación de grietas que podrían ocurrir con el tiempo. Esto contribuye a una mayor durabilidad del concreto en condiciones de tracción dinámica o cíclica.

2.2.3. Concreto

Esta conformado por la mezcla homogénea de cemento Portland, agregados, agua o inclusiones especiales. En el contexto de pavimentos rígidos, el concreto cumple una función estructural primordial, ya que actúa como la capa de rodadura y soporte directo de las cargas vehiculares. Su capacidad para resistir esfuerzos de compresión, su durabilidad frente a condiciones ambientales severas y su bajo mantenimiento a largo plazo lo convierten en una opción eficiente y sostenible para infraestructuras viales. (Goytia, 2023).

En los pavimentos rígidos, el concreto no solo proporciona una superficie de circulación, sino que también distribuye las cargas hacia las capas inferiores del pavimento, minimizando la deformación permanente. A diferencia de los pavimentos flexibles, donde la estructura trabaja en conjunto para disipar las cargas, en los pavimentos rígidos el concreto por sí mismo soporta una gran parte de los esfuerzos aplicados. Por esta razón, el diseño del concreto para este tipo de aplicación exige propiedades específicas como una alta resistencia, buena trabajabilidad, baja relación agua/cemento y control adecuado del agrietamiento por retracción o temperatura.

Figura 3

Concreto para el pavimento



Nota. Adaptado de obras realizadas en la MPSR – Juliaca.

Además, el concreto para pavimentos rígidos debe cumplir con requisitos de calidad relacionados con la durabilidad frente a ciclos de congelamiento y deshielo, resistencia a la abrasión por el tráfico vehicular constante, y comportamiento ante agentes agresivos como sales deshielantes o productos derivados del petróleo. En muchos casos, se incorporan fibras, materiales reciclados, o mejoras tecnológicas como los aditivos superplastificantes para optimizar su desempeño. En conjunto, el concreto en los pavimentos rígidos representa una solución estructural de larga vida útil y gran desempeño



mecánico, ideal para carreteras urbanas, autopistas, aeropuertos y otras infraestructuras de alta demanda.

2.2.3.1. Composición del concreto

El concreto destinado a pavimentos rígidos está diseñado para cumplir con altos estándares de resistencia mecánica y durabilidad, debido a que debe soportar cargas dinámicas intensas y condiciones ambientales variables a lo largo del tiempo. Su composición se basa en una cuidadosa selección y proporción de materiales, los cuales cumplen funciones específicas dentro de la mezcla. (Castillo, 2021).

▲ **Cemento Portland.**

El cemento es el componente aglutinante del concreto. Para pavimentos rígidos, se emplea principalmente cemento Portland tipo I o tipo II, dependiendo de las condiciones ambientales y químicas del lugar. Su función es reaccionar con el agua para formar una pasta cementante que envuelve y une los agregados. Se exige una alta calidad del cemento para garantizar la resistencia y durabilidad del pavimento.

▲ **Agua.**

Sirve para la combinación del cemento y para otorgar trabajabilidad a la mezcla. Sin embargo, debe utilizarse en proporciones controladas, ya que un exceso puede reducir la resistencia del concreto. La relación agua/cemento (a/c) es un parámetro crítico: en pavimentos rígidos, esta relación suele oscilar entre 0.40 y 0.50, buscando un equilibrio entre trabajabilidad y resistencia.

▲ **Agregados finos y gruesos.**

Los agregados proporcionan alrededor del 70% al 80 del concreto. Los agregados finos llenan los espacios entre los agregados gruesos, mientras que los agregados gruesos proporcionan resistencia estructural. Para pavimentos rígidos se prefiere un agregado duro, limpio y bien graduado. (Castillo, 2021).



▲ **Aditivos químicos.**

Son pequeñas proporciones que se añaden para modificar las propiedades del concreto fresco o endurecido. Entre los más comunes para pavimentos rígidos están los reductores de agua, superplastificantes, retardantes de fraguado, y acelerantes. Estos permiten ajustar la trabajabilidad, controlar el tiempo de fraguado o mejorar la resistencia sin aumentar la cantidad de agua.

▲ **Aditivos minerales o materiales suplementarios cementantes.**

En algunos casos, se incorporan materiales como ceniza volante, escoria de alto horno, sílice activa o filler calizo, que mejoran la durabilidad, reducen el calor de hidratación y pueden aumentar la resistencia a largo plazo. Estos también contribuyen a la sostenibilidad del concreto al reducir el consumo de cemento.

▲ **Fibras (opcional).**

Para controlar el agrietamiento por retracción plástica y mejorar la tenacidad del concreto, pueden añadirse fibras sintéticas o metálicas. Aunque no siempre se emplean, las fibras pueden ser beneficiosas en juntas o losas de tráfico pesado.

2.2.3.2. Propiedades del concreto en estado fresco

En esta etapa, las propiedades del material son fundamentales para asegurar una correcta colocación, compactación, acabado y durabilidad del pavimento. A continuación, se describen las principales propiedades que deben controlarse cuidadosamente en el concreto fresco destinado a pavimentos rígidos:

1. Trabajabilidad.

Es la simplicidad de mezclar, mover, colocar y compactar el hormigón sin que se separe ni pierda su homogeneidad. En pavimentos rígidos, se requiere una trabajabilidad suficiente para lograr un buen acabado superficial, pero sin que la mezcla sea excesivamente fluida, ya que esto puede reducir la resistencia mecánica. Esta propiedad se evalúa comúnmente mediante el ensayo de revenimiento (Slump), cuyo



rango ideal suele estar entre 2" y 4" (50 a 100 mm) para este tipo de aplicación. (Bustamante, 2022).

2. Consistencia.

Se refiere al grado de fluidez del concreto fresco. Está relacionada directamente con la trabajabilidad y es influenciada por la cantidad de agua, tipo de cemento, tamaño de los agregados y uso de aditivos. En pavimentos rígidos, la consistencia debe ser adecuada para permitir un enrasado y acabado uniforme sin generar segregación ni exudación.

3. Segregación.

La segregación afecta negativamente la resistencia del pavimento. Por ello, el diseño de mezcla y el método de colocación deben minimizar este riesgo.

4. Exudación (bleeding).

Consiste en la aparición de agua en la superficie del concreto después de su colocación. Un exudado excesivo puede debilitar la capa superficial del pavimento y causar problemas en el acabado. Para pavimentos rígidos, se controla mediante el diseño de mezcla, el uso de aditivos y un adecuado proceso de curado.

5. Tiempo de fraguado.

Un control adecuado del fraguado permite una correcta ejecución del acabado superficial y del corte de juntas. En obras viales, un fraguado demasiado rápido puede dificultar el trabajo, mientras que uno muy lento puede retrasar el avance de obra. Este parámetro puede ajustarse con aditivos retardantes o acelerantes, según las condiciones ambientales. (Bustamante, 2022).

6. Temperatura del concreto fresco.

La temperatura influye directamente en el fraguado, en la hidratación del cemento y en la aparición de fisuras térmicas. En pavimentos rígidos, se procura mantener la temperatura del concreto fresco entre 10 °C y 30 °C, tomando medidas como el uso de agua fría, sombreado de agregados o colocación en horarios adecuados.



7. Densidad del concreto fresco.

Es el proceso que se encarga de asegurar que la mezcla tenga el contenido adecuado de materiales, sin exceso de aire o vacíos. Una densidad constante también garantiza una distribución uniforme de esfuerzos en el pavimento.

2.2.3.3. Propiedades del concreto en estado endurecido

El concreto en estado endurecido es aquel que ha completado su proceso de fraguado y ha adquirido rigidez y resistencia mecánica. En esta fase, sus propiedades estructurales y de durabilidad son determinantes para su desempeño a largo plazo, especialmente en aplicaciones como los pavimentos rígidos, que están expuestos a cargas repetitivas y condiciones ambientales exigentes. (Collantes, 2023).

Resistencia a la compresión.

Es la propiedad mecánica más importante del concreto endurecido. Se mide mediante el ensayo de compresión en cilindros o cubos normalizados a los 28 días, expresándose en MPa o kg/cm². Esta resistencia está directamente influenciada por la relación agua/cemento, la calidad de los materiales. En pavimentos rígidos, se requiere una resistencia adecuada para soportar el tráfico vehicular y garantizar la durabilidad de la losa.

Resistencia a la flexión.

Es la capacidad del concreto endurecido para resistir esfuerzos de tracción indirecta provocados por cargas que generan momentos flectores, como las originadas por el paso de vehículos sobre losas de pavimento. Se evalúa mediante ensayos en viga simple con carga en el centro o en tercer punto, y es fundamental en el diseño de pavimentos rígidos, ya que determina el espesor requerido de las losas. Esta propiedad refleja el comportamiento del concreto ante esfuerzos de tracción distribuidos y ayuda a prevenir fisuras estructurales.



Resistencia a la tracción.

Tiene la capacidad de resistir fuerzas que tienden a separarlo longitudinalmente. Aunque es considerablemente menor que su resistencia, es crítica para el análisis de agrietamientos, fisuración por retracción o temperatura, y para el diseño de juntas y refuerzos. Se mide mediante ensayos de tracción directa o más comúnmente por el método indirecto de tracción por compresión diametral (ensayo brasileño). En pavimentos rígidos, conocer esta propiedad permite mejorar el control de fisuras y evaluar la adherencia del concreto con refuerzos o fibras. (Collantes, 2023).

2.2.3.4. Métodos convencionales para la reparación del concreto

El concreto, a pesar de su alta resistencia, presenta una naturaleza frágil ante esfuerzos de tracción y flexión, lo que lo hace susceptible a distintos tipos de fisuras. Estas fisuras pueden originarse durante el estado fresco o en el estado endurecido, y son resultado de diversos mecanismos de falla, tanto internos como externos. La aparición de fisuras no siempre indica falla estructural, pero si no se controlan, pueden evolucionar hacia un deterioro progresivo de la estructura. (Aragón, 2014).

- **Fisuración por retracción plástica.**

Ocurre en el concreto fresco pocas horas después del vaciado, cuando la tasa de evaporación del agua superficial excede la tasa de sangrado (exudación). Esto genera tensiones de tracción que el concreto aún no puede resistir, provocando microfisuras superficiales. Son comunes en climas calurosos, secos o con viento intenso, especialmente si no se realiza un curado inmediato.

- **Fisuración por retracción por secado.**

Se presenta días o semanas después del fraguado, cuando el concreto ya ha endurecido y comienza a perder humedad interna. Este secado genera una contracción volumétrica que, si está restringida por el sustrato o por elementos estructurales adyacentes, puede generar fisuras. Son típicas en losas de pavimentos y estructuras expuestas sin juntas de control adecuadas.



- **Fisuración térmica (por gradientes de temperatura).**

Durante el proceso de hidratación, el concreto genera calor (calor de hidratación). En estructuras masivas o pavimentos extensos, asimismo puede provocar tensiones internas por expansión y contracción, generando fisuras térmicas si no se permite una adecuada disipación del calor o se colocan juntas de dilatación.

- **Fisuras estructurales (por carga).**

Se generan cuando el concreto es sometido a cargas que superan su resistencia a la tracción o flexión. En el caso de pavimentos rígidos, esto ocurre por cargas vehiculares repetitivas, sobrecarga o mal diseño del espesor. Estas fisuras pueden ser transversales, longitudinales o en forma de bloque, y suelen indicar deterioro estructural progresivo. (Aragón, 2014).

- **Fisuras por asentamiento plástico.**

Aparecen cuando los componentes más pesados del concreto (agregados) se asientan en el estado plástico, mientras que la pasta cementante queda atrapada sobre elementos como armaduras o cambios de sección. Esto provoca fisuras verticales o paralelas al refuerzo, debilitando la unión entre concreto y acero.

- **Fisuras por reacción álcali-agregado (RAA).**

Es un tipo de deterioro químico que ocurre cuando ciertos agregados reaccionan con los álcalis del cemento. Esta reacción forma un gel expansivo que genera tensiones internas, provocando fisuras aleatorias y pérdida de integridad estructural a largo plazo.

- **Fisuración por corrosión de armaduras.**

En estructuras de concreto armado, si el concreto es permeable o presenta fisuras previas, los agentes agresivos como cloruros o dióxido de carbono pueden alcanzar el acero de refuerzo y provocar su oxidación. La expansión del óxido genera presión interna que fisura el recubrimiento de concreto, comprometiendo la durabilidad.



2.3. Marco Conceptual

- a. **Alambre.** - El alambre utilizado para reforzar el concreto se refiere a un material metálico, generalmente de acero, que se adiciona a la mezcla de concreto en forma de mallas o varillas para mejorar sus propiedades estructurales. Este alambre actúa como refuerzo, incrementando la resistencia del concreto a la tracción y la flexión, y ayudando a prevenir fisuras y fracturas bajo cargas. Al ser incorporado en el concreto, el alambre mejora la cohesión del material, permitiendo que resista mejor los esfuerzos a los que se somete, como los movimientos sísmicos, vibraciones o cargas dinámicas, y contribuye a aumentar la durabilidad.
- b. **Concreto.** – Es un material se utiliza para pavimentos debido a su alta resistencia, su capacidad para soportar cargas pesadas y su durabilidad frente a condiciones climáticas extremas y el desgaste. El concreto para pavimentos rígidos se cura y endurece con el tiempo, creando una estructura estable que distribuye eficazmente el peso del tráfico vehicular y resiste la deformación, proporcionando una superficie resistente y de bajo mantenimiento en carreteras, calles y otras infraestructuras de transporte.
- c. **Fibras metálicas.** - Las fibras metálicas son filamentos delgados y resistentes, generalmente hechos de acero u otros metales, que se adicionan al concreto para mejorar sus propiedades. Asimismo distribuye las tensiones de manera más uniforme y ayudando a prevenir la propagación de grietas bajo cargas dinámicas o repetitivas.
- d. **Fibras recicladas.** - Las fibras recicladas son fibras conseguidas de los materiales reciclados que se utilizan para reforzar el concreto u otros materiales de construcción. Estas fibras pueden provenir de diversos residuos, como plásticos reciclados, neumáticos usados, o incluso materiales de construcción desechados. Al incorporar fibras recicladas en la mezcla de concreto, se mejora la resistencia a la tracción, la flexión y la fisuración, mientras se contribuye a la sostenibilidad y la reducción de residuos.



- e. **Pavimento rígido.** - Es un tipo de superficie de carreteras, calles o vías de tránsito. A diferencia de los pavimentos flexibles, que utilizan asfalto, el pavimento rígido se caracteriza por su alta resistencia, lo que reduce la deformación y el desgaste. Este tipo de pavimento es ideal para zonas de alto tránsito, ya que proporciona una base sólida, de bajo mantenimiento y con una vida útil prolongada, soportando las condiciones climáticas extremas y el desgaste constante de manera más efectiva que otros materiales.
- f. **Pavimento urbano.** - El pavimento urbano se refiere a las superficies de vías, calles y áreas de circulación dentro de un entorno urbano que están diseñadas para soportar el tránsito de vehículos y peatones. Este tipo de pavimento puede componerse de diferentes materiales, como concreto, asfalto, adoquines o baldosas, y se elige en función de factores como la carga esperada, el clima, el costo y la estética. El pavimento urbano no solo debe ser resistente a las cargas de tráfico y las condiciones climáticas, sino también permitir un drenaje adecuado del agua de lluvia para evitar inundaciones o daños.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo del estudio se basa en la recolección y el análisis de datos numéricos para describir, explicar o predecir fenómenos, utilizando mediciones objetivas y procedimientos estadísticos que permiten identificar patrones, relaciones y tendencias, con el fin de obtener resultados generalizables y verificables. (Hernández et al., 2014).

El enfoque aplicado es **cuantitativo**, ya que se trabajará con datos numéricos obtenidos de ensayos de laboratorio, como resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y tracción indirecta, los cuales serán procesados y analizados estadísticamente.

3.2. Tipo de la investigación

El objetivo principal del estudio es aplicar el conocimiento teórico a escenarios del mundo real para resolver desafíos prácticos específicos. Se enfoca en encontrar soluciones concretas a problemas actuales, utilizando métodos científicos para desarrollar o mejorar productos, procesos o servicios. (Kerlinger, 2002).

El estudio es de tipo **aplicada**, dado que su propósito es generar conocimientos útiles orientados a resolver un problema práctico: mejorar el desempeño de los pavimentos



rígidos urbanos mediante el uso de materiales reciclados. Los resultados obtenidos pretenden ser implementados en contextos reales, especialmente en el distrito de Juliaca.

3.3. Nivel de la investigación

El nivel permite identificar, entender y explicar las causas y relaciones subyacentes de los fenómenos estudiados. Este nivel se centra en desentrañar los mecanismos y factores que influyen en un problema o situación específica, proporcionando una comprensión profunda sobre cómo y por qué ocurren ciertos eventos o comportamientos. Arias (2012).

El nivel de este estudio fue **explicativo**, porque no solo describe y compara las propiedades mecánicas del concreto con y sin fibras, sino que también busca explicar cómo y por qué la adición de fibras metálicas recicladas influye en su comportamiento estructural.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño experimental es un plan o estrategia sistemática que permite controlar, manipular y analizar las variables de un experimento para establecer relaciones causales entre ellas. Este diseño tiene como objetivo principal la obtención de resultados válidos y confiables mediante la asignación controlada de tratamientos o condiciones a los sujetos o muestras en estudio. Creswell (2014).

El diseño para el estudio es **experimental**, porque busca analizar el comportamiento del concreto al incorporar fibras metálicas recicladas de alambre, mediante la manipulación controlada de esta variable en distintas proporciones. Este diseño permite establecer relaciones causa-efecto entre la incorporación de fibras recicladas y el desempeño del concreto en aplicaciones de pavimento rígido urbano.



3.5. Método de la investigación

El método es un procedimiento lógico que se basa en la observación, la formación de hipótesis y el análisis de resultados para recopilar conocimientos de forma objetiva y verificable. Este método se compone de varias etapas: observación del fenómeno, planteamiento de preguntas de investigación, desarrollo de hipótesis, diseño y ejecución de experimentos, recolección de datos, y finalmente, la formulación de conclusiones que validen o refuten las hipótesis planteadas. (Flick, 2015).

El método **científico** se utilizó para guiar el proceso de investigación, basándose en la observación, formulación de hipótesis y análisis de resultados. Se iniciará con la identificación de un problema relacionado con la mejora de las propiedades del concreto para pavimentos urbanos, seguido de la formulación de una hipótesis sobre cómo las fibras metálicas recicladas pueden influir en esas propiedades.

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

Es un grupo de personas, cosas o unidades que se ajustan a criterios particulares y son objeto de una investigación. Esta población dependiendo del alcance del estudio, y abarca todos los sujetos o elementos que presentan las propiedades que se desean analizar o generalizar. (Hernández et al., 2014).

La población está conformada por todas las posibles mezclas de concreto utilizadas en la elaboración de pavimentos rígidos urbanos que pueden ser modificadas con la adición de fibras metálicas recicladas.

3.6.2. Muestra

Es un subgrupo representativo de la población total que se elige para participar en el estudio, con el fin de obtener datos que puedan ser generalizados a la población completa. Dado que estudiar toda la población puede ser inviable o costoso, se elige una

muestra que cumpla con las características relevantes del grupo poblacional, y su tamaño y método de selección dependen del tipo de investigación y los objetivos planteados. Hernández et al. (2014).

La muestra está constituida por una serie de briquetas de concreto elaborados en laboratorio, divididos en grupos con diferentes porcentajes de adición de fibras metálicas recicladas de alambre (FMR).

Tabla 3

Número de especímenes de prueba para los ensayos mecánicos

Muestra	Número de briquetas por ensayo			Total
	7 días	14 días	28 días	
F'c =280 kg/cm ²	5	5	5	15
Adición	3 días	7 días	14 días	
CC + 1.20% FMR	5	5	5	15
CC + 2.30% FMR	5	5	5	15
CC + 3.40% FMR	5	5	5	15
	Total			60

Nota. Cantidad de especímenes para compresión, flexión y tracción.

La tabla muestra la distribución de las muestras utilizadas en las pruebas de resistencia a compresión, flexión y tracción, con un total de 60 unidades (para cada ensayo). Para la evaluación del concreto patrón, se emplearon 15 briquetas, mientras que para el concreto modificado con adición de FMR se dispuso de un total de 45 briquetas para cada ensayo.

3.7. Técnicas e instrumentos

3.7.1. Técnicas

Son métodos y procedimientos que se usan para recolectar y procesar datos en una investigación científica. Estas técnicas varían según los objetivos del estudio, e



incluyen herramientas cualitativas como entrevistas, observación y grupos focales, así como métodos cuantitativos como encuestas, experimentos y análisis estadísticos. (Creswell, 2014).

Estos son los métodos de recolección de datos empleados en este estudio:

- **Pruebas de laboratorio:** Se utilizaron diversas pruebas físicas y mecánicas para evaluar las propiedades del concreto. Las pruebas se realizarán en muestras de concreto con y sin la adición de fibras metálicas recicladas, siguiendo normas internacionales de ensayo.
- **Observación directa:** Durante el proceso experimental, se llevó a cabo una observación sistemática de las muestras de concreto para identificar cualquier cambio visible en la estructura o superficie del material, como la aparición de grietas, fisuras u otros signos de daño. Esta observación se realizó a lo largo de las pruebas donde se evalúa el comportamiento del concreto bajo diferentes condiciones.
- **Revisión documental:** Se revisaron y analizaron investigaciones previas sobre la aplicación de fibras metálicas recicladas en la construcción de hormigón. Esto permitirá contextualizar los resultados obtenidos y comparar las conclusiones con investigaciones similares en otras ciudades y contextos.

3.7.2. Instrumentos

Son herramientas o dispositivos que emplean los investigadores para recopilar, cuantificar y documentar datos se conocen como instrumentos. Estos instrumentos varían según el tipo de investigación y pueden incluir encuestas, cuestionarios, entrevistas, guías de observación, pruebas, fichas de registro, grabadoras, cámaras, y software de análisis de datos, entre otros. Hernández et al. (2014).

Los instrumentos utilizados incluyen fichas técnicas de laboratorio para el registro sistemático de los resultados obtenidos en los ensayos. Asimismo, se utilizarán equipos e instrumentos normados según ASTM, tales como:



- Prensa hidráulica para el ensayo de resistencia (ASTM C39).
- Máquina de carga con aplicación diametral para el ensayo de tracción según la (ASTM C496).
- Equipo para ensayo de flexión en vigas prismáticas (ASTM C78 o C1609).
- Balanza digital, mezcladora de concreto, moldes cilíndricos y prismáticos, cinta métrica, termómetro y cronómetro, entre otros equipos auxiliares necesarios para la elaboración y curado de las probetas.

3.8. Procedimiento de recolección de datos

Para alcanzar los objetivos trazados, se emplearon numerosas metodologías, organizadas en dos secciones principales: trabajo de campo y análisis en laboratorio. En la primera fase, se llevaron a cabo actividades directamente en el entorno de estudio, mientras que en la segunda, se realizaron pruebas y evaluaciones en condiciones controladas. A continuación, se detalla cada una de estas etapas:

3.8.1. Fase de trabajo de campo y obtención de materiales

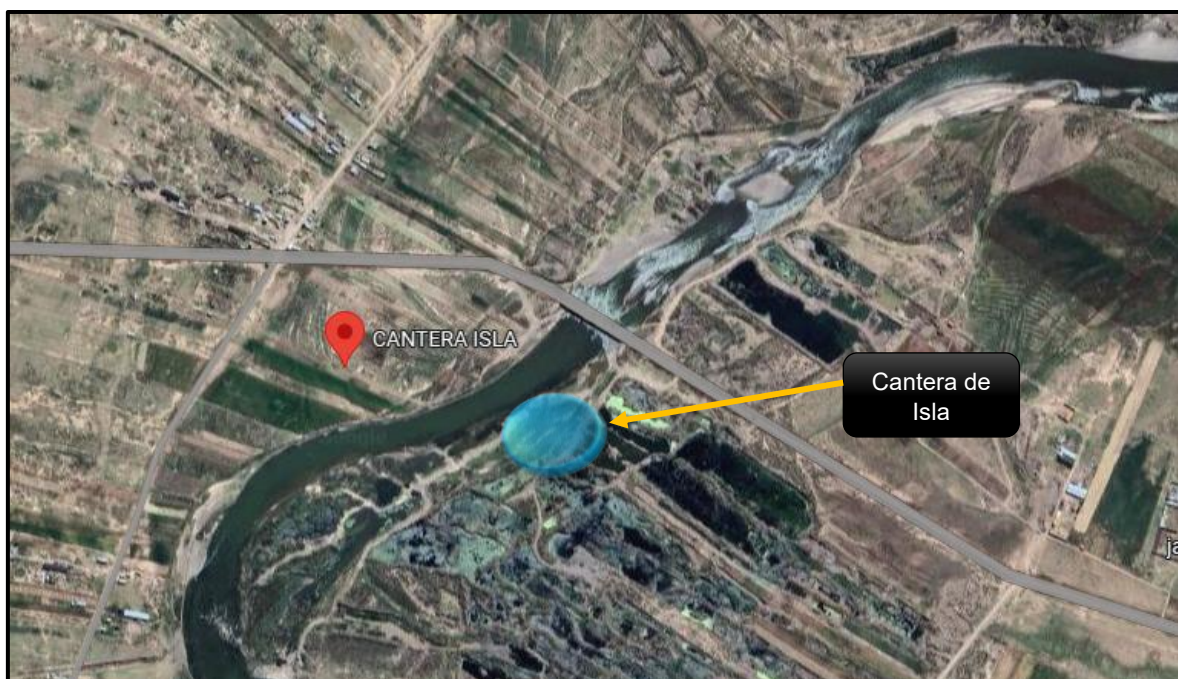
A continuación, se detallan los procedimientos iniciales realizados en la etapa de campo, los cuales fueron fundamentales para la recolección de materiales y el desarrollo de este estudio:

- a) **Obtención y evaluación de agregados naturales:** Para la recolección de muestras de agregados naturales de la cantera Isla, ubicada en el centro poblado Isla, se realizó una visita de campo durante la cual se seleccionaron muestras representativas de las diferentes secciones de la cantera, considerando variabilidad en la granulometría y características del material. Se empleó una pala mecánica para extraer los agregados de las capas superficiales, asegurando que las muestras fueran lo más homogéneas posible y representaran adecuadamente la calidad del material disponible.

Posteriormente, las muestras fueron transportadas en bolsas selladas a un laboratorio especializado para realizar los análisis correspondientes de acuerdo con los estándares establecidos. Además, se registraron condiciones geográficas y ambientales del lugar, con el fin de documentar cualquier factor que pudiera influir en las características de los agregados extraídos.

Figura 4

Localización de la cantera Isla



Nota. Agregados naturales de la cantera isla, adaptado de Google maps.

b) Obtención de las fibras metálicas recicladas: Para la obtención de las fibras metálicas recicladas de alambre utilizadas en mi tesis, se realizó una recolección en diversos puntos de construcciones y obras en proceso de demolición, en los cuales se identificaron y separaron los residuos de alambre de acero y cobre. Los alambres fueron extraídos manualmente de estructuras de refuerzo, mallas metálicas y cables eléctricos, garantizando que fueran lo más limpios y libres de contaminantes posibles. Posteriormente, los alambres recolectados fueron sometidos a un proceso de corte y

trituration para obtener las fibras metálicas en la longitud y características requeridas para el estudio. Las muestras obtenidas fueron clasificadas según el tipo de metal y tamaño, y luego almacenadas de manera adecuada para evitar la corrosión y preservar sus propiedades hasta su análisis en el laboratorio.

Figura 5

Fibras metálicas recicladas



Nota. Fibras de alambre reciclado de obras de construcción, adaptado de la investigación realizada por el tesista.

3.8.2. Etapa de laboratorio

Durante esta etapa, se ejecutaron una serie de pruebas con el objetivo de evaluar las características de los agregados provenientes de la cantera Isla. La principal atención se centró en confirmar la calidad del material, utilizando procedimientos específicos de control para garantizar que cumplieran con los estándares requeridos. Estos ensayos



fueron fundamentales para asegurar que los agregados fueran adecuados para su posterior utilización, considerando factores como la resistencia.

1. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD:

El ensayo de contenido de humedad en los agregados naturales es un procedimiento fundamental para comprobar la cantidad de agua presente en estos materiales. El contenido de humedad tiene un impacto directo sobre las propiedades del concreto y otras mezclas que emplean estos agregados:

Objetivo del ensayo.

El objetivo principal de este ensayo es determinar la cantidad de agua que se encuentra en los agregados naturales, como la arena, grava, y otros materiales granulares. Este dato es crucial para garantizar que las proporciones del concreto o mezcla de mortero sean las correctas, evitando problemas de endurecimiento insuficiente o de una mezcla demasiado fluida.

Procedimiento:

- **Muestra:** Se selecciona una cantidad representativa del agregado natural que se va a analizar. Generalmente, se toma una muestra de entre 2 y 5 kg dependiendo del tamaño y la uniformidad del material.
- **Pesaje inicial:** La muestra se pesa y se registra el peso húmedo (Ph) antes de someterla al proceso de secado.
- **Secado:** La muestra de agregado se coloca en un horno de secado a una temperatura controlada, generalmente entre 105°C y 110°C, para eliminar el agua presente. El tiempo de secado puede variar dependiendo del tipo y tamaño del material, pero usualmente se lleva a cabo durante 24 horas.
- **Pesaje final:** Después de que la muestra se haya secado completamente, se pesa nuevamente.



- La siguiente fórmula se utiliza para determinar el contenido de humedad:

$$\text{Humedad}(\%) = \frac{P_h - P_s}{P_s} * 100$$

2. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA:

Un método para determinar la distribución del tamaño de partículas en una sustancia granular es la prueba de distribución del tamaño de partículas, como los agregados naturales (arena, grava, etc.), y su clasificación según su tamaño. Este ensayo es esencial en la construcción, especialmente cuando se quiere conocer la idoneidad de los agregados para la fabricación de concreto, asfaltos y otras mezclas, ya que la distribución de partículas influye en la trabajabilidad:

Objetivo del ensayo.

Encontrar la curva granulométrica del material, que permite determinar la distribución de los tamaños de partículas incluidas en una muestra, es el objetivo principal de la prueba de granulometría. Esto ayuda a clasificar los agregados y a determinar si son adecuados para su uso en distintas aplicaciones, como la construcción de concreto o asfaltos.

Procedimiento:

- Se toma una cantidad representativa del agregado (generalmente de 500 g a 2 kg).
- Si la muestra está húmeda, se debe secar a una temperatura controlada (105°C-110°C) en un horno hasta que no pierda más peso al pesarse.
- Seleccionamos una serie de tamices con tamaños de malla que cubran el rango de partículas del material. Para agregados finos (como la arena), los tamices usualmente van desde 4.75 mm hasta 0.075 mm, mientras que para agregados gruesos (como la grava), se pueden utilizar tamices desde 19 mm hasta 0.075 mm.
- La muestra se coloca en el tamiz más grande y luego se coloca en una pila de tamices dispuestos de mayor a menor tamaño.

- Se realiza un tamizado mecánico o manual, dependiendo de los equipos disponibles. El proceso consiste en agitar la muestra en los tamices durante un tiempo determinado (generalmente entre 10 a 15 minutos), con el fin de que las partículas se distribuyan de manera uniforme a través de los tamices.
- Después del tamizado, se retira la muestra de cada tamiz y se pesa la cantidad de material que quedó retenido en cada uno.

Figura 6

Ensayo de granulometría



- Luego, se calcula el porcentaje pasante para cada tamiz, que es simplemente el complemento del porcentaje retenido.
- Finalmente, se puede construir una curva granulométrica, que es una gráfica que muestra el porcentaje acumulado.

3. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

Es uno de los ensayos más importantes en la ingeniería, ya que permite evaluar la capacidad de un material, especialmente el concreto, para resistir fuerzas de compresión



sin fallar. Esta prueba se usa comúnmente para comprobar la resistencia del concreto en sus diversas etapas de endurecimiento y, en general, se realiza en muestras de concreto de cilindros o cubos.

Objetivo del ensayo:

El objetivo principal del ensayo de resistencia es determinar la capacidad de un material, particularmente el concreto, para soportar cargas sin que se rompa o se deforme permanentemente. Esta prueba permite conocer la resistencia del concreto a compresión, lo que es crucial para garantizar que las estructuras construidas sean seguras y resistentes.

Procedimiento:

- Se debe preparar el concreto con las proporciones adecuadas de agua, cemento, y agregados según el diseño de mezcla especificado.
- El concreto debe ser colocado en moldes (generalmente cilindros o cubos) y compactado adecuadamente usando una varilla o un vibrador para evitar la formación de burbujas de aire.
- Después de que el concreto ha sido vertido y compactado en los moldes, debe ser dejado en reposo durante 24 horas a temperatura ambiente.
- Luego de este período, las muestras se desmoldan y se colocan en una cámara de curado a una temperatura constante de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa del 95%, hasta el momento en que se realice el ensayo (generalmente después de 7, 14 o 28 días).
- Antes de la prueba, las muestras deben estar secas y sin fisuras. Si es necesario, se pueden limpiar para eliminar restos de cemento, agua, o cualquier material que pueda interferir con los resultados.
- La muestra debe ser colocada en la máquina de ensayo de compresión, asegurándose de que esté centrada y alineada para evitar cargas descentradas que puedan alterar el ensayo.

- La carga se aplica de manera gradual a la muestra, generalmente a una velocidad constante (por ejemplo, 0.2 MPa/s) hasta que se produce la falla del concreto.
- La resistencia a la compresión de la muestra se determina registrando la carga máxima aplicada. Para hacer esto se utiliza la siguiente fórmula:

$$F'c = \frac{F}{A}$$

Figura 7

Resistencia a la compresión



4. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN:

Es un procedimiento utilizado para evaluar la capacidad de un material, como el concreto o los agregados, para resistir fuerzas de flexión sin que se fracture. Este ensayo es crucial para medir la resistencia a la deformación cuando el material está sometido a cargas que provocan flexión, como las que experimentan las vigas, losas y otros elementos estructurales.

Procedimiento:

- Se prepara una muestra de concreto según las especificaciones de diseño de la mezcla. Generalmente, se utilizan probetas con una forma rectangular o en viga.

- La muestra se coloca en un molde y se compacta adecuadamente para eliminar el aire atrapado y asegurar una distribución uniforme de las partículas.
- Una vez compactada, la muestra se debe curar en condiciones controladas durante un período determinado, que generalmente es de 7, 14 o 28 días. La temperatura y humedad deben ser constantes para asegurar un curado uniforme.
- La muestra debe ser retirada del curado y estar en condiciones secas y limpias antes de la prueba.
- Se coloca la probeta sobre dos puntos de apoyo (generalmente se utilizan dos cilindros) de tal forma que la distancia entre ellos sea la misma que la longitud de la muestra.
- La carga es aplicada en el centro de la probeta, y se asegura que los puntos de apoyo sean estables.
- Se comienza a aplicar la carga de forma gradual en el centro de la probeta. La carga se debe aumentar a una tasa constante (por ejemplo, 0.2 MPa/s).

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Figura 8

Resistencia a flexión





- Durante el ensayo, se puede medir la deformación de la probeta utilizando medidores de deformación para obtener datos sobre la curva esfuerzo-deformación.
- El momento en que la probeta se fractura o alcanza su carga máxima y se registra.

5. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN:

Es un procedimiento utilizado para medir la capacidad de un material para resistir esfuerzos de tracción, es decir, fuerzas que tienden a estirarlo o alargarlo. En el caso del concreto, este ensayo es relevante en situaciones donde el material está sometido a fuerzas que generan tensiones de tracción, como en los elementos estructurales sometidos a esfuerzos de flexión, torsión o cargas axiales. Sin embargo, debido a que el concreto tiene una resistencia baja a la tracción comparado con su resistencia, el ensayo de tracción no es comúnmente realizado en concreto. En su lugar, se utilizan pruebas indirectas, como la prueba de tracción indirecta (prueba brasileña) o la prueba de flexión.

Procedimiento:

- Se prepara una muestra de concreto siguiendo el diseño de mezcla especificado, con proporciones de agua, cemento y agregados.
- La muestra puede ser cilíndrica o prismática, dependiendo de las normas y los requerimientos específicos del ensayo. La muestra debe ser compactada adecuadamente y curada durante el tiempo necesario (generalmente 7, 14 o 28 días).
- Las muestras deben ser secadas en un horno a temperatura constante (aproximadamente 105°C), si se requiere.
- La muestra se coloca en la máquina de tracción, de tal forma que las fuerzas de tracción se apliquen de manera axial. Para una probeta cilíndrica, se debe asegurar que la carga se aplique de manera uniforme a lo largo de la longitud del cilindro.



- Es importante que la muestra esté alineada correctamente en la máquina de ensayo para evitar que se generen esfuerzos adicionales fuera del eje de aplicación de la carga.
- Se aplica una carga de tracción de forma gradual. La máquina de ensayo debe ser capaz de registrar la carga aplicada y las deformaciones a medida que la muestra se somete a la tracción.
- A medida que la carga aumenta, la muestra comenzará a alargarse, y las primeras señales de fractura pueden ocurrir cuando se alcanza la resistencia máxima a la tracción del material.
- La carga máxima a la que la muestra de concreto falla (se fractura) se registra y se utiliza para calcular la resistencia a la tracción.
- La resistencia a la tracción (σ_t) se calcula usando esta fórmula:

$$\sigma_t = \frac{F_{max}}{A}$$

3.8.3. Procesamiento y análisis de datos

El proceso inicia con un análisis detallado de los datos para verificar su calidad y precisión. Luego, se organizan y examinan en hojas de cálculo, lo que facilita la identificación de patrones y tendencias. Posteriormente, se recopila información relevante y se integran los resultados para generar alternativas fundamentadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados obtenidos

a) Ensayo de análisis granulométrico:

Tabla 4

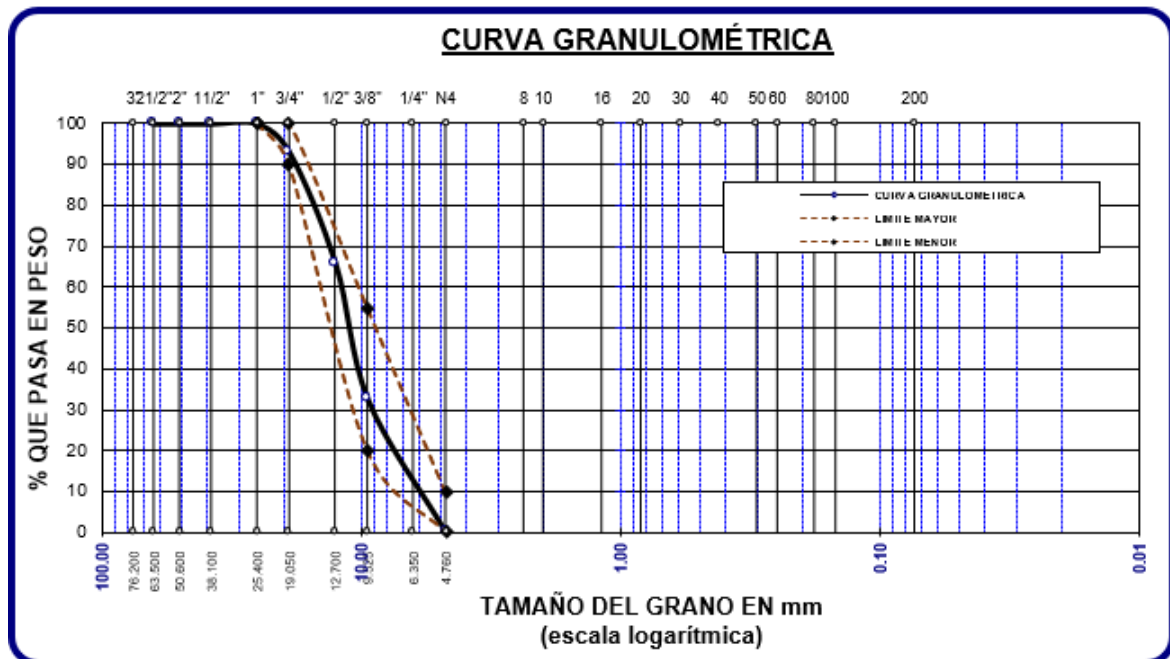
Granulometría del agregado grueso

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especif.
3"	76.200					
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	-
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	-
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
3/4"	19.050	251.67	7.19	7.19	92.81	90 - 100%
1/2"	12.700	945.19	27.01	34.20	65.80	-
3/8"	9.525	1165.26	33.29	67.49	32.51	20 - 55 %
1/4"	6.350	-	-	-		-
No4	4.760	213.31	6.09	73.58	26.42	0 - 10 %
Base		5.39	0.15	73.70	26.30	
Total		3500.00	100.00			
% Perdida		0.15				

Nota. Cifras obtenidas de la experimentación realizada en laboratorio.

Figura 9

Granulometría del agregado grueso



Se representa la distribución del agregado grueso, evidenciando que su gradación se encuentra dentro de los parámetros establecidos. Esto indica que el material posee una granulometría adecuada, lo que contribuye a su uniformidad y consistencia.

Tabla 5

Granulometría del agregado fino

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especif.
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.760	18.82	3.76	3.76	96.24	95 - 100%
No8	2.380	55.39	11.08	14.84	85.16	80 - 100%
No16	1.190	98.48	19.70	34.54	65.46	50 - 85%
No30	0.590	119.47	23.89	58.43	41.57	25 - 60%
No 50	0.300	91.13	18.23	76.66	23.34	10 - 30%
No100	0.149	73.86	14.77	91.43	8.57	2 - 10%
No200	0.074	37.14	7.43	98.86	1.14	
Base		5.71	1.14	100.00	0.00	
Total		500.00	100.00			
% Perdida		1.14				

Nota. Cifras obtenidas de la experimentación realizada en laboratorio.



c) Ensayo peso específico de agregados:

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en dicha evaluación:

Tabla 7

Peso específico y absorción de los agregados

Peso específico y absorción		
	Peso específico (gr/cm³)	Absorción (%)
Arena	3.05	2.61
Grava	2.86	2.48

Nota. Cifras obtenidas de la experimentación realizada en laboratorio.

d) Ensayo de pesos unitarios:

Tabla 8

Pesos unitarios de los agregados

Pesos unitarios de los agregados		
	Suelto (gr/cm³)	Compactado (gr/cm³)
Agregado fino	1.476	1.727
Agregado grueso	1.433	1.618

La evaluación de los agregados en sus estados suelto y compactado, destacando que el compactado alcanza valores más altos debido a la reducción de espacios vacíos entre las partículas, lo que mejora su densidad y estabilidad.

e) Diseño de mezclas:

Tabla 9

Dosificación según diseño de mezcla

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	440	1.00	440
Agua	205	0.466	210
A. Grueso	1003	2.28	1020
A. Fino	684	1.56	705
Aire	2.0%		2.0%

La tabla presenta las proporciones de los materiales empleados en la producción de concreto para pavimento rígido, incluyendo un 2.0% de aire incorporado en la mezcla para garantizar su adecuada trabajabilidad y desempeño estructural.

✚ Diseño de mezcla del concreto + 1.20% de FMR

Tabla 10

Diseño de mezcla del concreto + 1.20% FMR

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	440	1.00	440
Agua	205	0.466	210
A. Grueso	1003	2.28	1020
A. Fino	684	1.56	705
Aire	2.0%		2.0%
1.20% FMR	5 kg/m ³	Adición	5 kg/m ³

La tabla presenta la dosificación del concreto con la adición de fibras metálicas recicladas de alambre, en una concentración de 5 kg/m³, con el objetivo de analizar su efecto sobre las propiedades del material.

🚧 Diseño de mezcla del concreto + 2.30% de FMR**Tabla 11***Diseño de mezcla del concreto + 2.30% FMR*

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	440	1.00	440
Agua	205	0.466	210
A. Grueso	1003	2.28	1020
A. Fino	684	1.56	705
Aire	2.0%		2.0%
2.30% FMR	10 kg/m ³	Adición	10 kg/m ³

La tabla presenta la dosificación del concreto con la adición de fibras metálicas recicladas de alambre, en una concentración de 10 kg/m³, con el objetivo de analizar su efecto sobre las propiedades del material.

🚧 Diseño de mezcla del concreto + 3.40% de FMR**Tabla 12***Diseño de mezcla del concreto + 3.40% FMR*

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	440	1.00	440
Agua	205	0.466	210
A. Grueso	1003	2.28	1020
A. Fino	684	1.56	705
Aire	2.0%		2.0%
3.40% FMR	15 kg/m ³	Adición	15 kg/m ³

La tabla presenta la dosificación del concreto con la adición de fibras metálicas recicladas de alambre, en una concentración de 15 kg/m³, con el objetivo de analizar su efecto sobre las propiedades del material.



4.1.1. Incorporación de fibras metálicas recicladas de alambres sobre la resistencia a compresión del concreto para pavimento rígido

a) A los 7 días

Tabla 13

Resistencia del CC

Resistencia a compresión del CC – 7 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	194.72		6.99
B-2	192.24		5.63
B-3	189.31	182.00	4.02
B-4	187.13		2.82
B-5	193.35		6.24
\bar{X}	191.35	-	5.14

Se presenta el análisis de la resistencia del concreto, resaltando que después de un período de curado de 7 días, las mezclas evaluadas alcanzaron un valor de 191.35 kg/cm², más del 65% de la resistencia de diseño.

b) A los 14 días

Tabla 14

Resistencia del CC

Resistencia a compresión del CC – 14 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	251.22		5.55
B-2	249.91		5.00
B-3	250.78	238.00	5.37
B-4	241.38		1.42
B-5	255.33		7.28
\bar{X}	249.73	-	4.93

Se presenta el análisis de la resistencia del concreto, resaltando que, después de un período de curado de 14 días, las mezclas evaluadas alcanzaron un valor de 249.73 kg/cm², más del 85% de la resistencia de diseño.



c) A los 28 días

Tabla 15

Resistencia del CC

Resistencia a compresión del CC – 28 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	283.78		2.37
B-2	291.84		5.28
B-3	302.33	277.20	9.07
B-4	300.49		8.40
B-5	289.44		4.42
\bar{X}	293.58	-	5.91

Se presenta el análisis de la resistencia del concreto, resaltando que, después de un período de curado de 28 días, las mezclas evaluadas alcanzaron un valor de 293.58 kg/cm², más del 99% de la resistencia de diseño.

4.1.2.1. Resistencia a compresión del CC + % FMR

1) A los 7 días

Tabla 16

Resistencia del CC + 1.20% FMR

Resistencia a compresión del CC + 1.20% FMR – 7 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	201.42		10.67
B-2	189.92		4.35
B-3	195.53	182.00	7.43
B-4	193.24		6.18
B-5	197.51		8.52
\bar{X}	195.53	-	7.43

Se muestra el análisis de la resistencia del concreto, resaltando que, después de un período de curado de 7 días, las mezclas evaluadas alcanzaron un valor de 195.53 kg/cm², más del 65% de la resistencia de diseño. Además, se observó que la variación promedio entre los valores obtenidos fue del 7.43%.



2) A los 14 días

Tabla 17

Resistencia del CC + 1.20% FMR

Resistencia a compresión del CC + 1.20% FMR – 14 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	252.68		6.17
B-2	259.03		8.84
B-3	262.14	238.00	10.14
B-4	257.18		8.06
B-5	251.56		5.70
\bar{X}	256.52	-	7.78

Se muestra el análisis de la resistencia del concreto, resaltando que, después de un período de curado de 14 días, las mezclas evaluadas alcanzaron un valor de 256.52 kg/cm², más del 85% de la resistencia de diseño. Además, se observó que la variación promedio entre los valores obtenidos fue del 7.78%.

3) A los 28 días

Tabla 18

Resistencia del CC + 1.20% FMR

Resistencia a compresión del CC + 1.20% FMR – 28 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	293.99		6.06
B-2	302.35		9.07
B-3	306.59	277.20	10.60
B-4	304.81		9.96
B-5	297.72		7.40
\bar{X}	301.09	-	8.62

Se muestra el análisis de la resistencia del concreto, resaltando que, después de un período de curado de 28 días, las mezclas evaluadas alcanzaron un valor de 301.09 kg/cm², más del 99% de la resistencia de diseño. Además, se observó que la variación promedio entre los valores obtenidos fue del 8.62%.



4) A los 7 días

Tabla 19

Resistencia del CC + 2.30% FMR

Resistencia a compresión del CC + 2.30% FMR – 7 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	196.84		8.15
B-2	203.77		11.96
B-3	207.13	182.00	13.81
B-4	196.02		7.70
B-5	202.38		11.20
\bar{X}	201.23	-	10.56

Se muestra el análisis de la resistencia del concreto, resaltando que, después de un período de curado de 7 días, las mezclas evaluadas alcanzaron un valor de 201.23 kg/cm², más del 65% de la resistencia de diseño. Además, se observó que la variación promedio entre los valores obtenidos fue del 10.56%.

5) A los 14 días

Tabla 20

Resistencia del CC + 2.30% FMR

Resistencia a compresión del CC + 2.30% FMR – 14 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	262.78		10.41
B-2	258.31		8.53
B-3	263.45	238.00	10.69
B-4	261.26		9.77
B-5	265.44		11.53
\bar{X}	262.25	-	10.19

Se muestra el análisis de la resistencia del concreto, resaltando que, después de un período de curado de 14 días, las mezclas evaluadas alcanzaron un valor de 262.25 kg/cm², más del 85% de la resistencia de diseño. Además, se observó que la variación promedio entre los valores obtenidos fue del 10.19%.

6) A los 28 días**Tabla 21***Resistencia del CC + 2.30% FMR*

Resistencia a compresión del CC + 2.30% FMR – 28 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	311.85		12.50
B-2	309.57		11.68
B-3	306.46	277.20	10.56
B-4	315.42		13.79
B-5	312.75		12.82
\bar{X}	311.21	-	12.27

Se muestra el análisis de la resistencia del concreto, resaltando que, después de un período de curado de 28 días, las mezclas evaluadas alcanzaron un valor de 311.21 kg/cm², más del 99% de la resistencia de diseño. Además, se observó que la variación promedio entre los valores obtenidos fue del 12.27%.

7) A los 7 días**Tabla 22***Resistencia del CC + 3.40% FMR*

Resistencia a compresión del CC + 3.40% FMR – 7 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	209.02		14.85
B-2	200.53		10.18
B-3	205.15	182.00	12.72
B-4	203.37		11.74
B-5	199.79		9.77
\bar{X}	203.57	-	11.85

Se muestra el análisis de la resistencia del concreto, resaltando que, después de un período de curado de 7 días, las mezclas evaluadas alcanzaron un valor de 203.57 kg/cm², más del 65% de la resistencia de diseño. Además, se observó que la variación promedio entre los valores obtenidos fue del 11.85%.



8) A los 14 días

Tabla 23

Resistencia del CC + 3.40% FMR

Resistencia a compresión del CC + 3.40% FMR – 14 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	268.67		12.89
B-2	265.48		11.55
B-3	270.75	238.00	13.76
B-4	257.24		8.08
B-5	263.57		10.74
\bar{X}	265.14	-	11.40

Se muestra el análisis de la resistencia del concreto, resaltando que, después de un período de curado de 14 días, las mezclas evaluadas alcanzaron un valor de 265.14 kg/cm², más del 85% de la resistencia de diseño. Además, se observó que la variación promedio entre los valores obtenidos fue del 11.40%.

9) A los 28 días

Tabla 24

Resistencia del CC + 3.40% FMR

Resistencia a compresión del CC + 3.40% FMR – 28 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	308.99		11.47
B-2	316.36		14.13
B-3	318.29	277.20	14.82
B-4	312.31		12.67
B-5	315.64		13.87
\bar{X}	314.32	-	13.39

Se muestra el análisis de la resistencia del concreto, resaltando que, después de un período de curado de 28 días, las mezclas evaluadas alcanzaron un valor de 314.32 kg/cm², más del 99% de la resistencia de diseño. Además, se observó que la variación promedio entre los valores obtenidos fue del 13.39%.



4.1.2. Aplicación de fibras metálicas recicladas de alambres sobre la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido

a) A los 7 días

Tabla 25

Resistencia a flexión de CC

Resistencia a la flexión del CC – 7 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm2)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	1725.74	25.65	28.23 kg/cm2
V - 2	1874.21	27.77	
V - 3	1982.08	29.36	
V - 4	1837.14	27.22	
V - 5	2103.32	31.16	

La tabla presenta la evaluación de las vigas de concreto sometidas a pruebas de flexión, para determinar la resistencia de un concreto destinado a la fabricación de pavimento rígido. Se observan distintos valores obtenidos después de 7 días de curado.

b) A los 14 días

Tabla 26

Resistencia a flexión del CC

Resistencia a la flexión del CC – 14 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm2)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2497.24	37.12	36.75 kg/cm2
V - 2	2625.53	38.90	
V - 3	2376.72	35.21	
V - 4	2445.41	36.23	
V - 5	2451.33	36.32	

La tabla presenta la evaluación de las vigas de concreto sometidas a pruebas de flexión, para determinar la resistencia de un concreto destinado a la fabricación de pavimento rígido. Se observan distintos valores obtenidos después de 14 días de curado.

c) A los 28 días

Tabla 27

Resistencia a flexión del CC

Resistencia a la flexión del CC – 28 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	3144.47	46.74	48.31 kg/cm ²
V - 2	3072.08	45.51	
V - 3	3268.64	48.42	
V - 4	3327.58	49.30	
V - 5	3481.63	51.58	

La tabla presenta la evaluación de las vigas de concreto sometidas a pruebas de flexión, para determinar la resistencia de un concreto destinado a la fabricación de pavimento rígido. Se observan distintos valores obtenidos después de 28 días de curado.

4.1.2.1. Resistencia a la flexión del CC + % FMR

1) A los 7 días

Tabla 28

Resistencia a flexión del CC + 1.20% FMR

Resistencia a la flexión del CC + 1.20% FMR – 7 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2293.42	34.09	32.93 kg/cm ²
V - 2	1968.18	29.16	
V - 3	2244.56	33.25	
V - 4	2207.78	32.71	
V - 5	2392.27	35.44	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la flexión, en la que se incorporó una adición de 1.20% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 32.93 kg/cm² luego de un período de 7 días de curado.



2) A los 14 días

Tabla 29

Resistencia a flexión del CC + 1.20% FMR

Resistencia a la flexión del CC + 1.20% FMR – 14 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2652.52	39.43	41.48 kg/cm ²
V - 2	2847.18	42.18	
V - 3	2981.43	44.17	
V - 4	2675.26	39.63	
V - 5	2833.78	41.98	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la flexión, en la que se incorporó una adición de 1.20% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 41.48 kg/cm² luego de un período de 14 días de curado.

3) A los 28 días

Tabla 30

Resistencia a flexión del CC + 1.20% FMR

Resistencia a la flexión del CC + 1.20% FMR – 28 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	3353.29	49.84	54.23 kg/cm ²
V - 2	3737.56	55.37	
V - 3	3658.47	54.20	
V - 4	3932.32	58.26	
V - 5	3609.55	53.47	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la flexión, en la que se incorporó una adición de 1.20% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 54.23 kg/cm² luego de un período de 28 días de curado.



4) A los 7 días

Tabla 31

Resistencia a flexión del CC + 2.30% FMR

Resistencia a la flexión del CC + 2.30% FMR – 7 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2678.68	39.82	35.12 kg/cm ²
V - 2	2323.51	34.42	
V - 3	2155.36	31.93	
V - 4	2425.37	35.93	
V - 5	2262.19	33.51	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la flexión, en la que se incorporó una adición de 2.30% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 35.12 kg/cm² luego de un período de 7 días de curado.

5) A los 14 días

Tabla 32

Resistencia a flexión del CC + 2.30% FMR

Resistencia a la flexión del CC + 2.30% FMR – 14 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2880.41	42.82	44.54 kg/cm ²
V - 2	3019.72	44.74	
V - 3	3104.68	46.00	
V - 4	2913.15	43.16	
V - 5	3105.39	46.01	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la flexión, en la que se incorporó una adición de 2.30% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 44.54 kg/cm² luego de un período de 14 días de curado.



6) A los 28 días

Tabla 33

Resistencia a flexión del CC + 2.30% FMR

Resistencia a la flexión del CC + 2.30% FMR – 28 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	4101.44	60.97	58.06 kg/cm ²
V - 2	3864.78	57.26	
V - 3	3998.51	59.24	
V - 4	3904.36	57.84	
V - 5	3711.29	54.98	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la flexión, en la que se incorporó una adición de 2.30% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 58.06 kg/cm² luego de un período de 28 días de curado.

7) A los 7 días

Tabla 34

Resistencia a flexión del CC + 3.40% FMR

Resistencia a la flexión del CC + 3.40% FMR – 7 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2651.42	39.41	36.94 kg/cm ²
V - 2	2542.61	37.67	
V - 3	2412.94	35.75	
V - 4	2316.82	34.32	
V - 5	2534.69	37.55	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la flexión, en la que se incorporó una adición de 3.40% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 36.94 kg/cm² luego de un período de 7 días de curado.



8) A los 14 días

Tabla 35

Resistencia a flexión del CC + 3.40% FMR

Resistencia a la flexión del CC + 3.40% FMR – 14 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	3157.84	46.94	47.11 kg/cm ²
V - 2	3323.55	49.24	
V - 3	2886.63	42.76	
V - 4	3055.81	45.27	
V - 5	3464.47	51.33	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la flexión, en la que se incorporó una adición de 3.40% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 47.11 kg/cm² luego de un período de 14 días de curado.

9) A los 28 días

Tabla 36

Resistencia a flexión del CC + 3.40% FMR

Resistencia a la flexión del CC + 3.40% FMR – 28 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	4172.78	62.03	60.49 kg/cm ²
V - 2	3967.33	58.78	
V - 3	4255.26	63.04	
V - 4	3905.71	57.86	
V - 5	4101.07	60.76	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la flexión, en la que se incorporó una adición de 3.40% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 60.49 kg/cm² luego de un período de 14 días de curado.

4.1.3. Aplicación de fibras metálicas recicladas de alambres sobre la resistencia a la tracción del concreto para pavimento rígido

a) A los 7 días

Tabla 37

Resistencia a flexión de CC

Resistencia a tracción del CC – 7 días			
Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
B - 1	12914	20.42	21.44
B - 2	14089	22.39	
B - 3	13647	21.58	
B - 4	12377	19.64	
B - 5	14647	23.15	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la resistencia a la tracción del material. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 21.44 kg/cm² tras 7 días de curado.

b) A los 14 días

Tabla 38

Resistencia a flexión del CC

Resistencia a tracción del CC – 14 días			
Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
B - 1	17453	27.57	27.83
B - 2	19193	30.41	
B - 3	15973	25.32	
B - 4	19791	31.28	
B - 5	15502	24.55	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la resistencia a la tracción del material. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 27.83 kg/cm² tras 14 días de curado.



c) A los 28 días

Tabla 39

Resistencia a flexión del CC

Resistencia a tracción del CC – 28 días			
Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura (kg/cm²)	Promedio (kg/cm²)
B - 1	20372	32.15	32.64
B - 2	19832	31.47	
B - 3	22928	36.31	
B - 4	18582	29.56	
B - 5	21240	33.72	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la resistencia a la tracción del material. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 32.64 kg/cm² tras 28 días de curado.

4.1.2.2. Resistencia a la tracción del CC + % FMR

1) A los 7 días

Tabla 40

Resistencia a tracción del CC + 1.20% FMR

Resistencia a tracción del CC + 1.20% FMR – 7 días			
Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura (kg/cm²)	Promedio (kg/cm²)
B - 1	15412	24.37	24.68
B - 2	16436	26.12	
B - 3	16310	25.79	
B - 4	12995	20.62	
B - 5	16754	26.48	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la resistencia a la tracción, en la que se incorporó una adición de 1.20% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 24.68 kg/cm² tras 7 días de curado.

2) A los 14 días**Tabla 41***Resistencia a tracción del CC + 1.20% FMR*

Resistencia a tracción del CC + 1.20% FMR – 14 días			
Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura (kg/cm²)	Promedio (kg/cm²)
B - 1	21359	33.74	31.45
B - 2	19269	30.53	
B - 3	20489	32.48	
B - 4	20127	31.81	
B - 5	18117	28.69	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la resistencia a la tracción, en la que se incorporó una adición de 1.20% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 31.45 kg/cm² tras 14 días de curado.

3) A los 28 días**Tabla 42***Resistencia a tracción del CC + 1.20% FMR*

Resistencia a tracción del CC + 1.20% FMR – 28 días			
Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura (kg/cm²)	Promedio (kg/cm²)
B - 1	22635	35.72	36.57
B - 2	21017	33.35	
B - 3	23276	36.86	
B - 4	23674	37.66	
B - 5	24742	39.28	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la resistencia a la tracción, en la que se incorporó una adición de 1.20% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 36.57 kg/cm² tras 28 días de curado.



4) A los 7 días

Tabla 43

Resistencia a tracción del CC + 2.30% FMR

Resistencia a tracción del CC + 2.30% FMR – 7 días			
Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
B - 1	17347	27.43	
B - 2	15637	24.85	
B - 3	16892	26.71	26.91
B - 4	16341	25.93	
B - 5	18741	29.62	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la resistencia a la tracción, en la que se incorporó una adición de 2.30% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 26.91 kg/cm² tras 7 días de curado.

5) A los 14 días

Tabla 44

Resistencia a tracción del CC + 2.30% FMR

Resistencia a tracción del CC + 2.30% FMR – 14 días			
Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
B - 1	20992	33.16	
B - 2	22393	35.48	
B - 3	21537	34.14	34.36
B - 4	19855	31.38	
B - 5	23774	37.65	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la resistencia a la tracción, en la que se incorporó una adición de 2.30% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 34.36 kg/cm² tras 14 días de curado.



6) A los 28 días

Tabla 45

Resistencia a tracción del CC + 2.30% FMR

Resistencia a tracción del CC + 2.30% FMR – 28 días			
Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
B - 1	23585	37.22	40.76
B - 2	27521	43.67	
B - 3	25296	40.06	
B - 4	28659	45.59	
B - 5	23482	37.28	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la resistencia a la tracción, en la que se incorporó una adición de 2.30% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 40.76 kg/cm² tras 28 días de curado.

7) A los 7 días

Tabla 46

Resistencia a tracción del CC + 3.40% FMR

Resistencia a tracción del CC + 3.40% FMR – 7 días			
Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
B - 1	19168	30.31	28.66
B - 2	17965	28.55	
B - 3	15437	24.41	
B - 4	17557	27.86	
B - 5	20342	32.15	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la resistencia a la tracción, en la que se incorporó una adición de 3.40% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 28.66 kg/cm² tras 7 días de curado.

8) A los 14 días

Tabla 47

Resistencia a tracción del CC + 3.40% FMR

Resistencia a tracción del CC + 3.40% FMR – 14 días			
Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
B - 1	22099	34.91	36.02
B - 2	24962	39.55	
B - 3	22464	35.61	
B - 4	20791	32.86	
B - 5	23459	37.15	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la resistencia a la tracción, en la que se incorporó una adición de 3.40% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 36.02 kg/cm² tras 14 días de curado.

9) A los 28 días

Tabla 48

Resistencia a tracción del CC + 3.40% FMR

Resistencia a tracción del CC + 3.40% FMR – 28 días			
Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
B - 1	24263	38.29	42.28
B - 2	28680	45.51	
B - 3	25789	40.84	
B - 4	26811	42.65	
B - 5	27797	44.13	

La tabla presenta los esfuerzos máximos de rotura obtenidos durante la evaluación de la resistencia a la tracción, en la que se incorporó una adición de 3.40% de FMR. En este análisis, se obtuvo un valor promedio de 42.28 kg/cm² tras 28 días de curado.

4.1.4. Comparativo de las propiedades mecánicas alcanzadas con adición de FMR

a) Comparativo de la resistencia a compresión del CC + FMR

Tabla 49

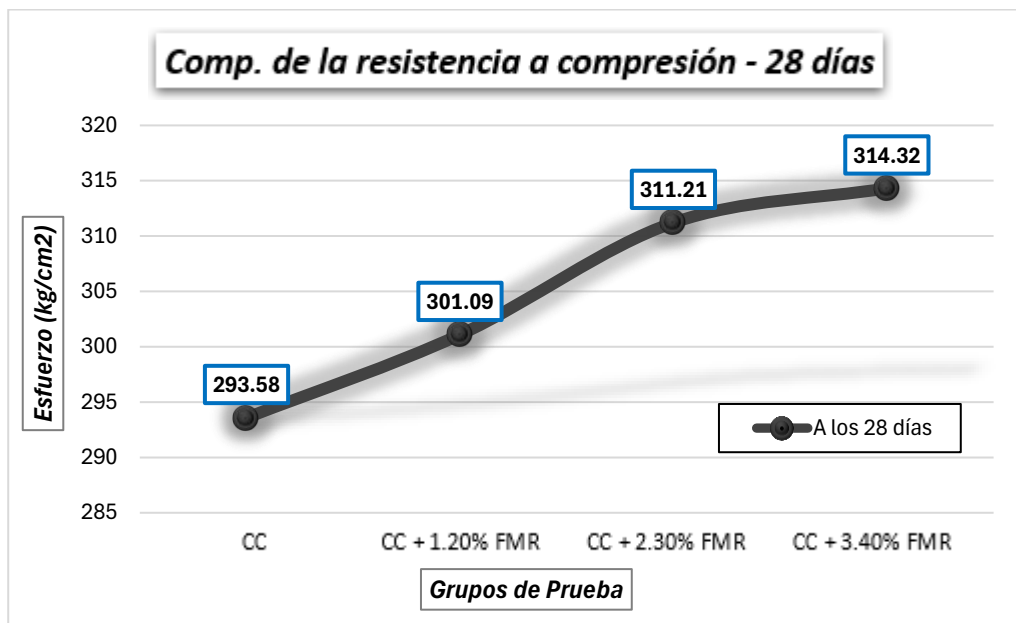
Resistencia del CC + % FMR a los 7, 14 y 28 días

Comparativo de la resistencia a compresión (kg/cm ²)			
Muestra	Tras 7 días	Tras 14 días	Tras 28 días
CC	191.35	249.73	293.58
CC + 1.20% FMR	195.53	256.52	301.09
CC + 2.30% FMR	201.23	262.25	311.21
CC + 3.40% FMR	203.57	265.14	314.32

Se muestra un comparativo de resistencias obtenidas a los 7, 14 y 28 días de curado, evidenciando un aumento progresivo en la resistencia. Se observa que, al completar los 28 días de curado, el concreto alcanza valores superiores en comparación con el CC.

Figura 11

Comparativo de las resistencias del CC + % FMR



Se muestra la comparación de las resistencias derivadas tras 28 días de curado, resultando un incremento significativo con respecto a la muestra inicial, el análisis muestra que la resistencia más alta se alcanza con la adición de 3.40% de FMR, lo que demuestra la mejora sustancial de las características del material al incorporar FMR.

b) Comparativo de las resistencias a la flexión del CC + FMR

Tabla 50

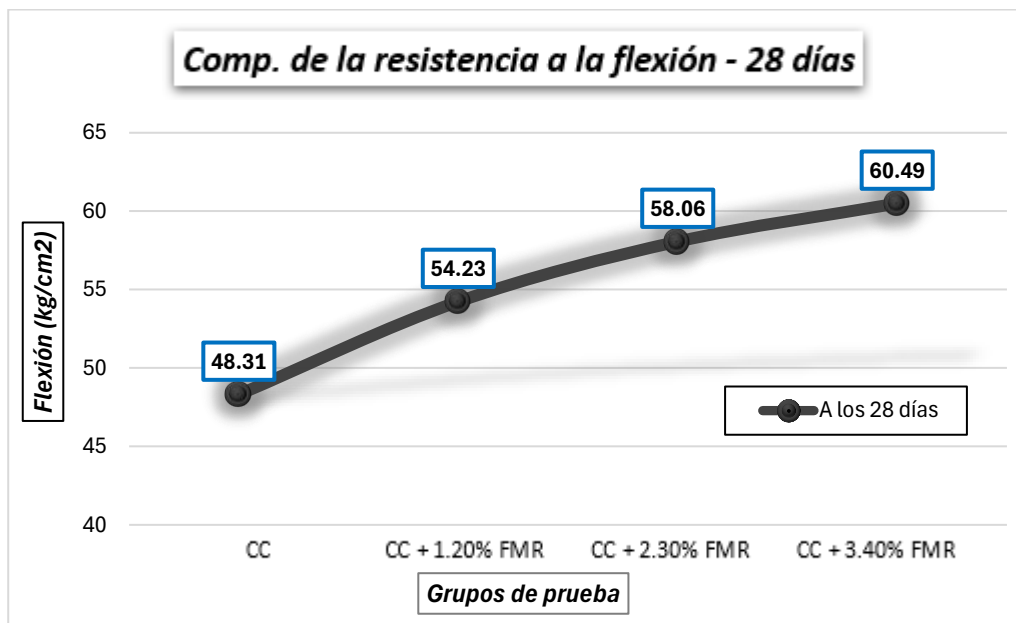
Resistencia a flexión del CC + % FMR a los 7, 14 y 28 días

Comparativo de la resistencia a la flexión (kg/cm ²)			
Muestra	Tras 7 días	Tras 14 días	Tras 28 días
CC	28.23	36.75	48.31
CC + 1.20% FMR	32.93	41.48	54.23
CC + 2.30% FMR	35.12	44.54	58.06
CC + 3.40% FMR	36.94	47.11	60.49

Se muestra una comparación de las resistencias obtenidas a los 7, 14 y 28 días de curado, evidenciando un aumento progresivo en la resistencia. Se observa que, al completar los 28 días de curado, el concreto alcanza valores superiores en comparación con el CC.

Figura 12

Comparativo de la resistencias a flexión del CC + % FMR



Se muestra la comparación de las resistencias a flexión derivadas tras 28 días de curado, resultando un incremento significativo con respecto a la muestra inicial, El análisis muestra que la flexión más alta se alcanza con la adición de 3.40% de FMR, lo que demuestra la mejora sustancial de las características del material al incorporar FMR.

c) Comparativo de las resistencias a la tracción del CC + FMR

Tabla 51

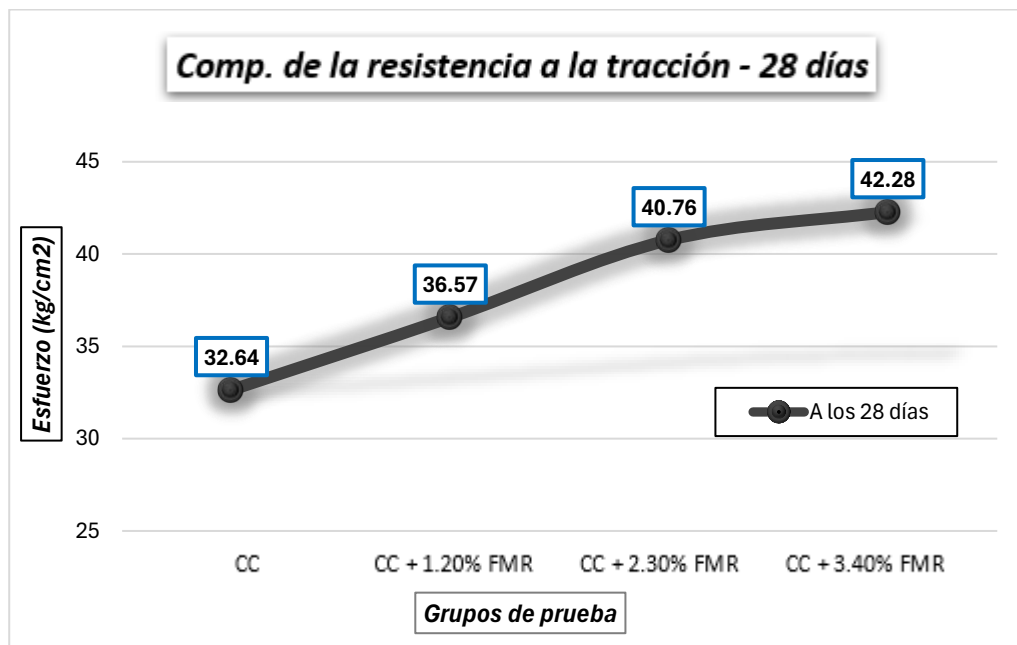
Resistencia a tracción del CC + % FMR a los 7, 14 y 28 días

Comparativo de la resistencia a la tracción (kg/cm ²)			
Muestra	Tras 7 días	Tras 14 días	Tras 28 días
CC	21.44	27.83	32.64
CC + 1.20% FMR	24.68	31.45	36.57
CC + 2.30% FMR	26.91	34.36	40.76
CC + 3.40% FMR	28.66	36.02	42.28

Se muestra el resumen de las resistencias obtenidas a los 7, 14 y 28 días de curado, evidenciando un aumento progresivo en la resistencia. Se observa que el concreto alcanza valores superiores en comparación con el CC.

Figura 13

Comparativo de la resistencias a tracción del CC + % FMR



Se muestra el resumen de las resistencias a tracción obtenidas tras 28 días de curado, resaltando un incremento significativo con respecto a la muestra inicial, El análisis muestra que la tracción más alta se alcanza con la adición de 3.40% de FMR, lo que demuestra la mejora sustancial de las características del material al incorporar FMR.



4.2. Discusión de resultados

En este estudio, se integraron fibras metálicas recicladas de alambre en el diseño del pavimento, con el fin de evaluar su impacto en las propiedades del concreto. Al añadir 15 kg/m³ de fibras recicladas (FMR), se alcanzó una resistencia máxima de 314.32 kg/cm² tras 28 días de curado, lo que superó la resistencia obtenida por el concreto de referencia, que fue de 293.58 kg/cm². Estos resultados son coherentes con las observaciones realizadas en el estudio de Encajima (2023), que subraya que la incorporación de fibras de hierro reciclado, incluso en proporciones pequeñas, contribuye positivamente al alargamiento del ciclo de vida y mejora la resistencia del concreto. De acuerdo con sus hallazgos, la adición de apenas un 0.5% de fibras recicladas mejora significativamente las características físicas del hormigón, resultando en un aumento notable en su resistencia máxima a los 28 días.

Según el estudio de Campos (2024), se adicionaron fibras de acero Dramix 80/60 en diversas concentraciones de (10, 20, 30 y 40) kg/m³ en concreto utilizado en Losas. El objetivo de esta incorporación fue mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Los valores obtenidos demostraron que a medida que aumentaba la cantidad de fibras de acero, la resistencia del concreto aumentaba considerablemente. A los 28 días, el concreto con fibras alcanzó una resistencia a la flexión de 48.26 kg/cm², mientras que el concreto con una mayor concentración de fibras (40 kg/m³) alcanzó los 76.41 kg/cm², lo que evidencia un aumento en su desempeño estructural. En comparación, en nuestra investigación, se observó un incremento en la resistencia a la flexión de 48.31 kg/cm² tras 28 días de curado, similar al del concreto con la menor cantidad de fibras de acero en el estudio de Campos. Sin embargo, el concreto con la adición de 15 kg/m³ de fibras metálicas recicladas de alambre, en lugar de las fibras de acero, mostró una mejora aún mayor, alcanzando una resistencia a la flexión de 60.49 kg/cm², lo que resalta la efectividad del uso de materiales reciclados.



En el marco de esta investigación, se evaluó y confirmó que la aplicación de acero en el concreto aporta beneficios significativos, tal como se demuestra en los resultados obtenidos. Este estudio sigue las normativas de diseño establecidas, alineándose con las recomendaciones de Toribio y Ugaz (2021), quienes destacan los efectos positivos del acero de alta calidad sobre las propiedades del concreto permeable en pavimentos rígidos. Al adherirse a las normas ACI 211.3R-97 y ACI 522R-10, la investigación se enfoca en la selección adecuada de diseños de ensayo y la incorporación de fibras en la mezcla base, evaluando su impacto en sus propiedades.

Los resultados obtenidos en ambos estudios subrayan que las fibras metálicas recicladas de alambre tienen un impacto favorable en la mejora del diseño de mezcla, siguiendo las normativas estándar internacionales y nacionales. Este enfoque no solo contribuye a un diseño estructural más adecuado, sino que también optimiza la durabilidad y la resistencia del pavimento, generando una estructura más robusta y resistente a lo largo del tiempo.



CONCLUSIONES

General, la incorporación de fibras metálicas recicladas de alambre en el concreto para pavimentos rígidos mejora significativamente sus propiedades mecánicas, evidenciándose incrementos notables en la resistencia a la compresión, flexión y tracción respecto al concreto convencional, lo que demuestra que esta adición constituye una alternativa eficaz y sostenible para optimizar el desempeño estructural y la durabilidad de este tipo de pavimentos.

Primero, la incorporación de fibras metálicas recicladas de alambre tiene un impacto positivo en la resistencia a la compresión del concreto utilizado para pavimentos rígidos. Después de un periodo de 28 días de curado, el concreto patrón alcanzó un valor de 293.58 kg/cm². Sin embargo, al añadir las fibras metálicas recicladas de alambre, se obtuvo una resistencia de 314.32 kg/cm², evidenciando un incremento significativo en la capacidad del material para soportar esfuerzos de compresión.

Segundo, la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre mejora significativamente la resistencia a la flexión del concreto destinado para pavimentos rígidos. Tras un periodo de curado de 28 días, el concreto sin aditivos alcanzó una resistencia de 48.31 kg/cm². Sin embargo, al añadir las fibras metálicas recicladas de alambre, la resistencia a la flexión aumentó a 60.49 kg/cm², lo que demuestra una mejora sustancial en la capacidad del concreto para resistir esfuerzos de flexión.

Tercero, la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre tiene un efecto positivo en la resistencia a la tracción del concreto utilizado para pavimentos rígidos. Tras un periodo de 28 días de curado, el concreto de referencia alcanzó una resistencia a la tracción de 32.64 kg/cm². Sin embargo, al adicionar las fibras metálicas recicladas de alambre, la resistencia aumentó a 42.28 kg/cm², lo que demuestra una mejora significativa.



RECOMENDACIONES

Primero, a los futuros tesisistas que continúen en esta línea de investigación, se recomienda profundizar en la evaluación del porcentaje óptimo de adición de fibras metálicas recicladas de alambre en el concreto para pavimentos rígidos, considerando no solo la mejora en las resistencias mecánicas, sino también su comportamiento a largo plazo frente a cargas repetitivas, condiciones climáticas adversas y procesos de desgaste.

Segundo, se recomienda investigar el impacto de las fibras metálicas recicladas de alambre en la resistencia a la compresión del concreto utilizado para pavimentos. Es fundamental realizar ensayos exhaustivos con distintas concentraciones de fibras recicladas para determinar la cantidad óptima que maximice la resistencia sin comprometer otras propiedades del concreto.

Tercero, se recomienda explorar cómo la adición de fibras recicladas de alambre afecta la resistencia a la flexión del concreto. Así mismo, es recomendable realizar un seguimiento detallado del proceso de curado para observar cómo la adición de fibras influye a lo largo del tiempo.

Cuarto, recomiendo estudiar el efecto de las fibras metálicas recicladas de alambre en la resistencia a la tracción del concreto, realizando mediciones a diferentes intervalos de curado para observar las variaciones. Además, sería útil explorar otros tipos de fibras recicladas o materiales complementarios para evaluar si existen otras alternativas que puedan mejorar los esfuerzos de tracción.



BIBLIOGRAFÍA

- Aragón, V. (2014). *Reparación de pavimentos de concreto con fallas a temprana edad*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2417_C.pdf
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica*. Episteme. Obtenido de <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Bustamante, T. (2022). *Propiedades del concreto fresco*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/propiedades-del-concreto-fresco/57534033>
- Campos, J. (2024). *Control de fisuras por retracción plástica en pavimento rígido con adiciones de fibra de alambre reciclado N° 16*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/TL_CampusBerruJaime.pdf
- Campos, M., & Sanchez, L. (2025). *Resistencia a la flexión del concreto reforzado con fibras metálicas*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/14384/Campos%20Sanchez%20Marco%20Jordano%20%26%20Sanchez%20Tello%20Leonardo%20Yampier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Capia, Y. (2022). *Control de fisuras de retracción plástica en pavimentos rígidos empleando acero reciclado de neumáticos, Juliaca, Puno 2021*. Juliaca: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/520215676.pdf>
- Castillo, E. (2021). *Materiales para pavimentos rígidos y de adoquines*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/mdulo-10-materiales-pavimentos-rgidos-y-de-adoquines-fernando-snchez-sabogal/70411720>



- Churata, B. (2024). *Influencia de las fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos - Arequipa*. Arequipa: Universidad Continental. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/IV_FIN_105_TE_Churata_Halanocca_2024.pdf
- Collantes, K. (2023). *Calidad y propiedades del concreto en estado endurecido*. Obtenido de <https://ultracem.co/calidad-y-propiedades-del-concreto-en-estado-endurecido/>
- Condori, J., & Resalve, J. (2024). *Influencia de fibras de acero en las propiedades del concreto en el distrito de Lircay, Huancavelica*. Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido de <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a66567d6-6843-44d9-9006-6935339be28d/content>
- Creswell, J. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications. Obtenido de https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf
- Encajima, C. (2023). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas del concreto con adición de fibra de alambre reciclado para pavimentos rígidos, 2022*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/TL_EncajimaSantamariaChristian.pdf
- Farfán et al. (2019). *Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto*. Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5703/570362486002/html/>
- Figueroa et al. (2023). *Influencia de la distribución de fibras sobre la resistencia a la flexión del concreto autocompactante*. Colombia: Universidad Mariana. Obtenido de <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/2156/2273>
- Flick, J. (2015). *Introducing Research Methodology: A Beginner's Guide to Doing a Research Project*. SAGE. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Flick_Uwe_2020_Introducing_Research_Methodology_Th.pdf



- Goytia, O. (2023). *Concreto hidráulico*. Obtenido de <https://cementostorices.com/blog/construccion/concreto-hidraulico-que-es-y-como-se-utiliza-en-pavimentacion/>
- Hernández et al. (2014). *Metodología de la investigación*. México: MCGRAW-HILL. Obtenido de https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/metodologia-de-la-investigaci%C3%83%C2%B3n_sampieri.pdf
- Huarco, L. (2018). *Resistencia a los esfuerzos de tracción de concreto reforzado con fibra metálica ante cargas repetidas en pavimentos rígidos*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4815/253T20180390.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Juarez et al. (2023). *Utilización de fibras de acero reciclado para mejorar el comportamiento estructural del pavimento rígido*. Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://ve.scielo.org/pdf/uct/v27n120/2542-3401-uct-27-120-8.pdf>
- Kerlinger, F. (2002). <https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf>. Harcourt College Publishers. Obtenido de <https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf>
- Magalhaes, R. (2024). *Que es el pavimento rígido*. Obtenido de <https://compraco.com.br/es/blogs/construcao-civil/o-que-e-pavimento-rigido>
- Pandal, W. (2024). *Influencia de la incorporación de fibras de acero en el pavimento rígido en su comportamiento estructural, en la avenida Pachacamac – 2024*. Lima - Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Pandal_PW-SD.pdf
- Perez, J., & Salas, A. (2019). *Mejoramiento de la resistencia a la tracción del concreto destinado a pavimento rígido por medio de la implementación de macrofibras metálicas*. Colombia: Universidad de Cartagena. Obtenido de



<https://repositorio.unicartagena.edu.co/server/api/core/bitstreams/2d77f50b-27c7-4005-8360-f8efbbe9d5ab/content>

Quispe, A. (2024). *Mejoramiento de las propiedades del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido incorporando escorias de cobre y fibras de aluminio, Puno-2023.*

Huancayo: Universidad Continental. Obtenido de

file:///C:/Users/INTEL/Downloads/IV_FIN_105_TE_Quispe_Benavente_2024.pdf

Rojas, R. (2020). *Fibra de acero.* Obtenido de <https://psiconcreto.com/fibra-de-acero/>

Salas, V. (2024). *El deterioro y mal estado de las carreteras: Causas y soluciones.*

Obtenido de <https://opnypsa.com/causas-y-soluciones-para-el-deterioro-de-carreteras/>

Toribio, D., & Ugaz, J. (2021). *Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero reciclado para mejorar las propiedades de un pavimento rígido.* Lima - Perú:

Universidad San Martín de Porres. Obtenido de

https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8860/toribio_hdr-ugaz_aja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Villabon, A. (2020). *Diseño de la estructura de un pavimento rígido para el segmento vial de la carreteracoello Tolima.* Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.

Obtenido de <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/2d81edf2-2338-4167-9ba5-f85d8e864ff1/content>



ANEXOS



Anexo B. Matriz de consistencia

TÍTULO DE LA TESIS: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la influencia de las fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca 2025?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Explicar la influencia de las fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca 2025.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La influencia de las fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas mejorará las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca 2025.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE</p> <p>Dimensiones: <i>Proporciones en 1.20%, 2.30% y 3.40% de FMR</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO</p> <p>Dimensiones: <i>Resistencia a la compresión</i> <i>Resistencia a la flexión</i> <i>Resistencia a la tracción</i></p>	<p>Fichas de control de calidad de laboratorio</p> <p>Equipos y herramientas de laboratorio.</p>
<p>Problemas Específicos</p>	<p>Objetivos Específicos</p>	<p>Hipótesis Específicas</p>		
<p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es la incidencia de la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es la incidencia de la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en la resistencia a la tracción del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca?</p>	<p>Determinar el efecto de la incorporación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca.</p> <p>Determinar la incidencia de la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca.</p> <p>Determinar la incidencia de la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas en la resistencia a la tracción del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca.</p>	<p>El efecto de la incorporación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas incrementará la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca.</p> <p>La incidencia de la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas aumentará la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca.</p> <p>La incidencia de la aplicación de fibras metálicas recicladas de alambre en proporciones controladas mejorará la resistencia a la tracción del concreto para pavimento rígido urbano en el distrito de Juliaca.</p>		

Anexo B. Panel Fotográfico

Fotografía N° 01: Recolección de muestras de alambre reciclado



Fotografía N° 02: Obtención de las muestras de alambre reciclado de una obra



Fotografía N° 03: Obtención de las fibras metálicas proveniente del alambre



Fotografía N° 04: Cotado del alambre reciclado en pequeñas fibras metálicas



Fotografía N° 05: Laboratorio de mecánica de suelos donde realizamos los ensayos



Fotografía N° 06: Tamizado de la muestra



Fotografía N° 07: Clasificación de las muestras retenidas



Fotografía N° 08: Pesado de la muestra del agregado fino



Fotografía N° 09: Pesado de la muestra del agregado grueso



Fotografía N° 10: Pesado del Picnómetro



Fotografía N° 11: Llenado de la muestra en el molde



Fotografía N° 12: Apisonado de muestra en capas en el molde



Fotografía N° 13: Pesado de la muestra



Fotografía N° 14: Llenado de la muestra seca para peso unitario



Fotografía N° 15: Varillado de muestra para peso unitario



Fotografía N° 16: Enrasado de agregados para pesos unitarios



Fotografía N° 17: Pesado del agregado compactado más el molde



Fotografía N° 18: Llenado de la muestra seca para peso unitario



Fotografía N° 19: Varillado de muestra para peso unitario



Fotografía N° 20: Enrasado de agregados para pesos unitarios



Fotografía N° 21: Pesado del molde + muestra en prueba de pesos unitarios



Fotografía N° 22: Desmoldado de briquetas



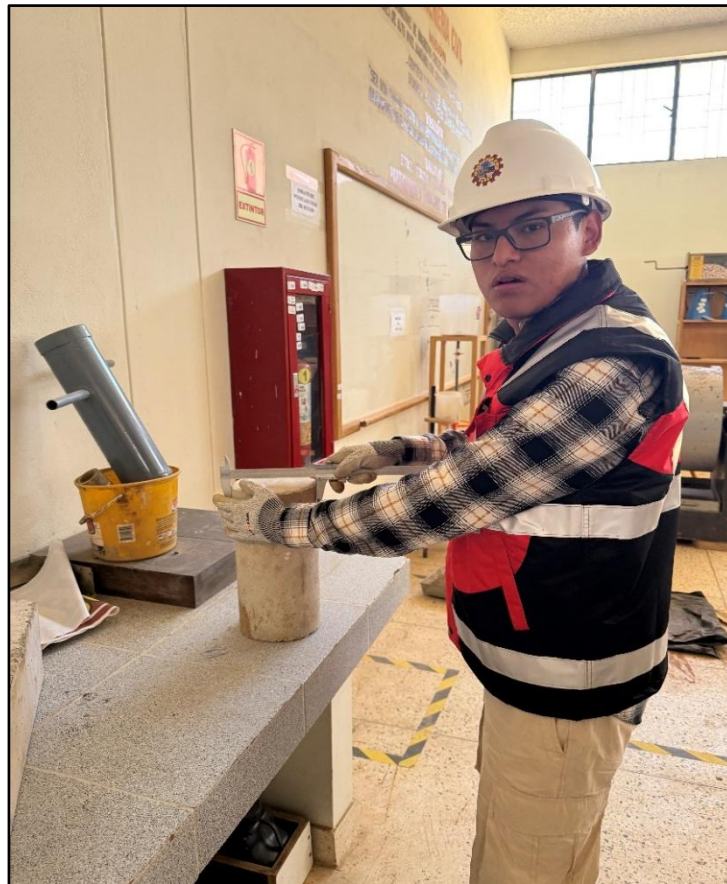
Fotografía N° 23: Curado de briquetas



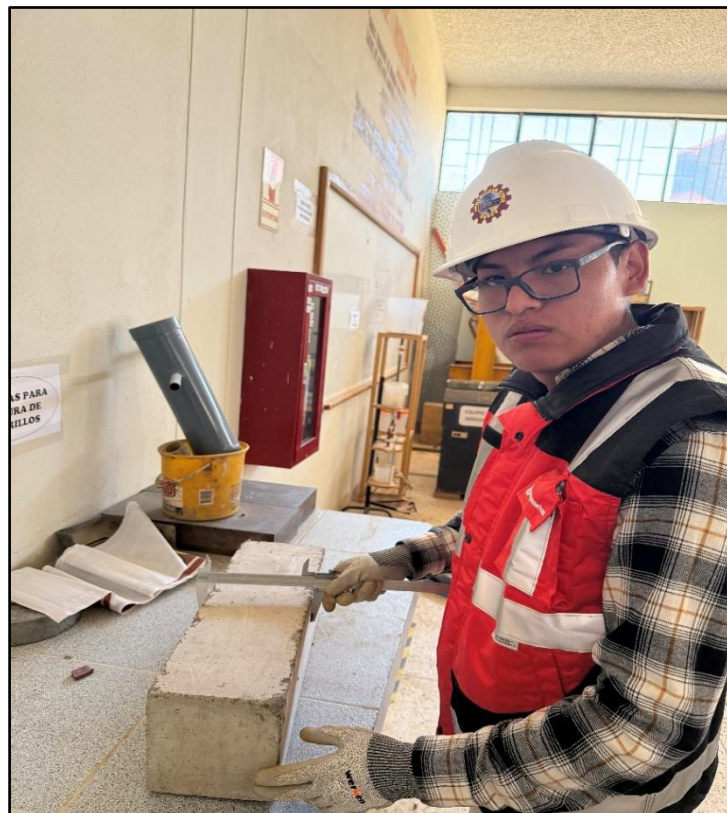
Fotografía N° 24: Curado de briquetas



Fotografía N° 25: Medición de la briqueta con vernier



Fotografía N° 26: Medición de la viga con vernier



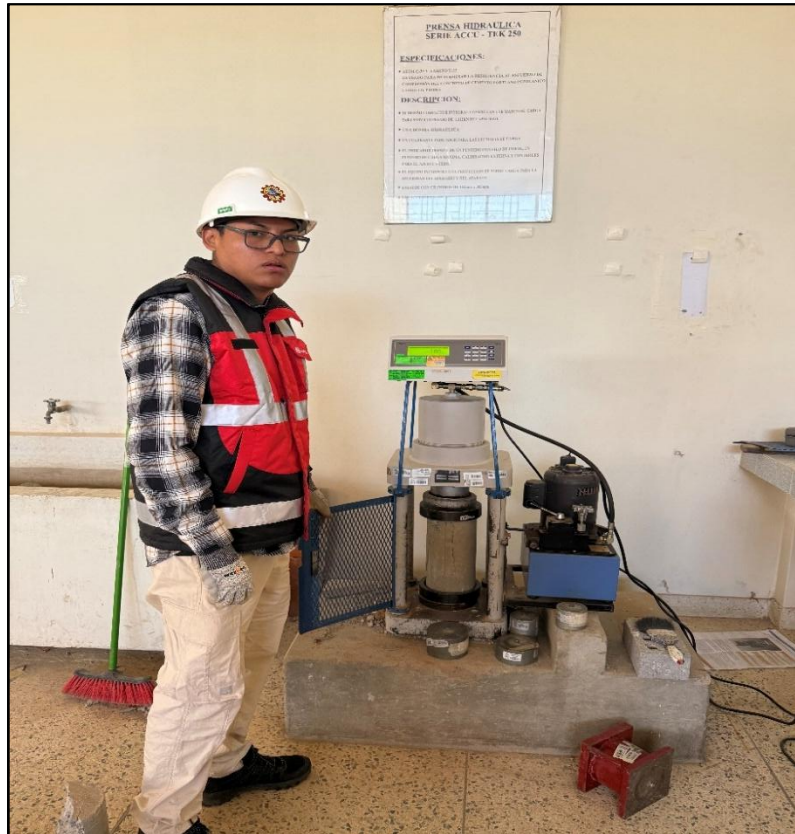
Fotografía N° 27: Rotura de briquetas



Fotografía N° 28: Prueba de resistencia a la compresión



Fotografía N° 29: Rotura de briquetas



Fotografía N° 30: Rotura de viguetas



Fotografía N° 31: Muestra evaluadas





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE : Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO

ISLA - AGREGADO FINO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO - UANCV

FECHA : 06/06/2025

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>487.29</u>
N° 4	18.82	3.76	3.76	96.24	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	55.39	11.08	14.84	85.16	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1412.48</u>
N° 16	98.48	19.70	34.54	65.46	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1748.76</u>
N° 30	119.47	23.89	58.43	41.57	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	91.13	18.23	76.66	23.34	Wc+B =	<u>1912</u> Wc+B-W = <u>164</u>
N° 100	73.86	14.77	91.43	8.57	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500.00}{1748.76 - 1412.48} = \frac{500.00}{336.28} = 1.486$ gr/cm ³
N° 200	37.14	7.43	98.86	1.14	ABSORCIÓN	
FONDO	5.71	1.14	100.00	0.00	B =	<u>500.00</u> B-A = <u>12.71</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{12.71 \times 100}{487.29} = 2.61\%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MÓDULO DE FINEZA			2.80			

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>780.63</u>
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1412.48</u>
3/4"	251.67	7.19	7.19	92.81	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1932.54</u>
1/2"	945.19	27.01	34.20	65.80	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	1165.26	33.29	67.49	32.51	Wc+B =	<u>2212</u> Wc+B-W = <u>280</u>
N° 4	919.18	26.26	93.75	6.25	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800.00}{1932.54 - 1412.48} = \frac{800.00}{520.06} = 1.538$ gr/cm ³
N° 8	213.31	6.09	73.58	26.42	ABSORCIÓN	
FONDO	5.39	0.15	73.74	26.26	B =	<u>800.00</u> B-A = <u>19.37</u>
SUMA	3500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{19.37 \times 100}{780.63} = 2.48\%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Amaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE: Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

CANTERA: ISLA - AGREGADO GRUESO

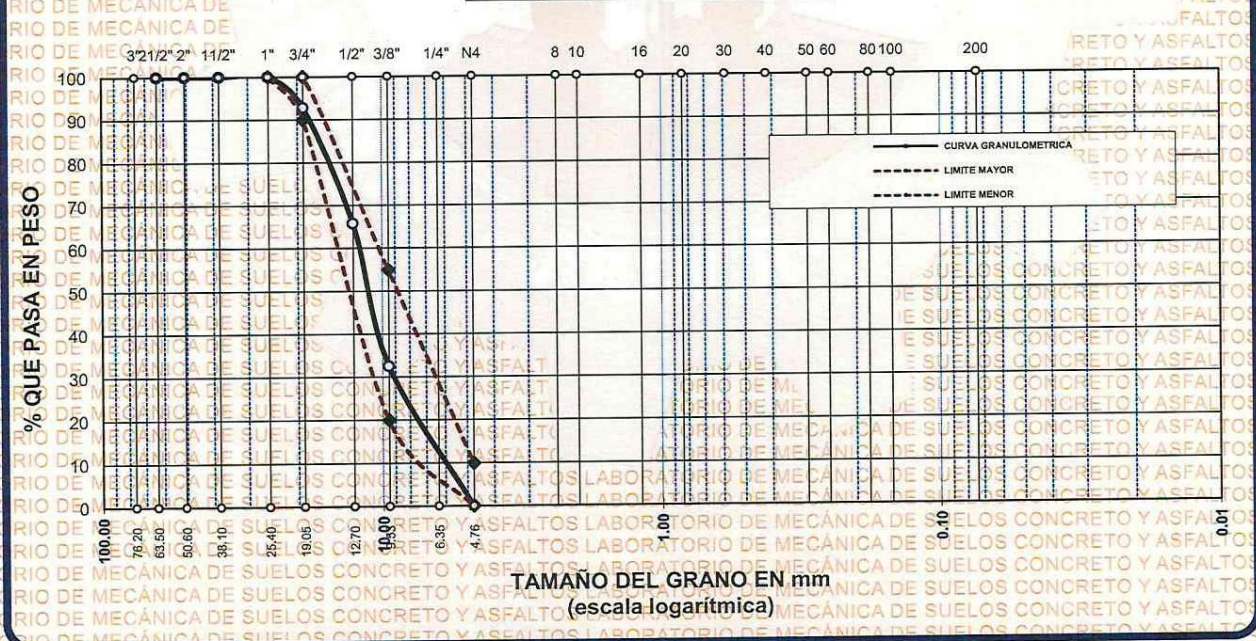
ISLA: AGREGADO FINO

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO - UANCV

FECHA: 06/06/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
3/4"	19.050	251.67	7.19	7.19	92.81		
1/2"	12.700	945.19	27.01	34.20	65.80		
3/8"	9.525	1165.26	33.29	67.49	32.51	20 - 55 %	
1/4"	6.350						
No4	4.760	213.31	6.09	73.58	26.42		
BASE		5.39	0.15	73.7	26.3	0 - 10 %	
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.15					

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO
 M.S.C.A.
 JEFEATURA
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE: Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

CANTERA: ISLA - AGREGADO GRUESO

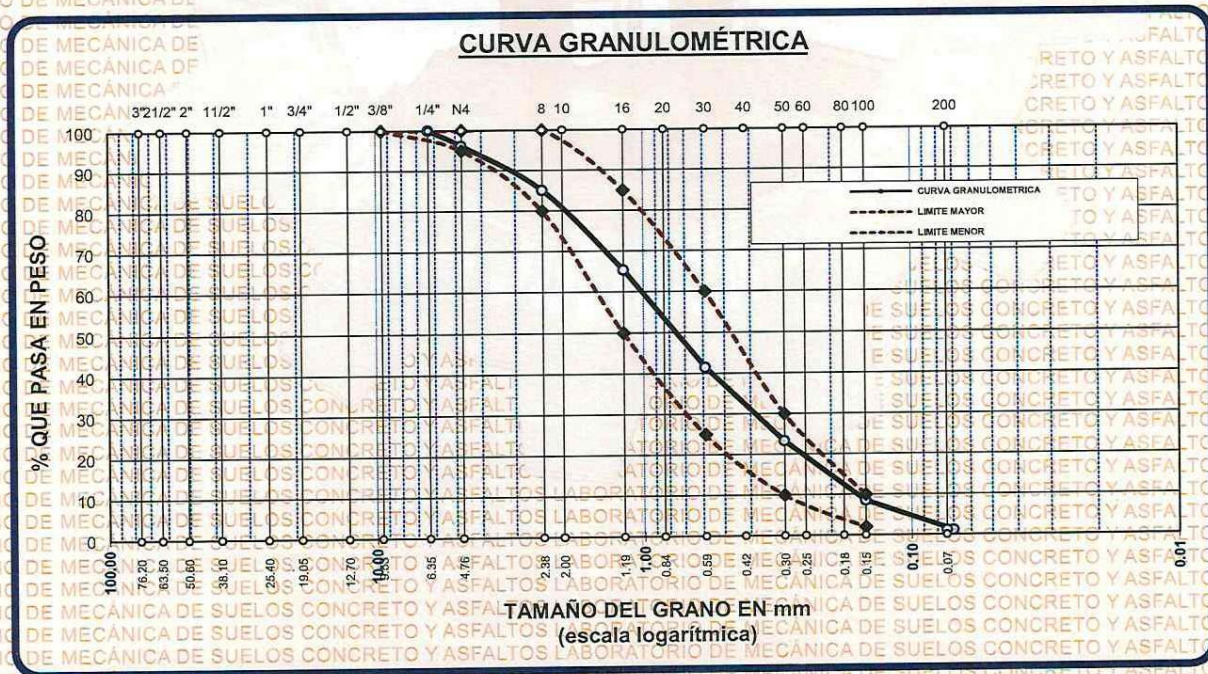
ISLA - AGREGADO FINO

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO - UANCV

FECHA: 06/06/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	18.82	3.76	3.76	96.24	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.80
No8	2.380	55.39	11.08	14.84	85.16		
No10	2.000						
No16	1.190	98.48	19.70	34.54	65.46	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	119.47	23.89	58.43	41.57	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	91.13	18.23	76.66	23.34	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	73.86	14.77	91.43	8.57	2-10%	
No200	0.074	37.14	7.43	98.86	1.14		
BASE		5.71	1.14				
TOTAL		500.00	100.00				
%PERDIDA		1.14					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE : Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO
 : ISLA - AGREGADO FINO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO - UANCV

FECHA : 06/06/2025

MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	301.34
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	293.65
PESO DEL TARRO (gr.)	42.52
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	258.82
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	251.13
PESO DEL AGUA (gr.)	7.69
% HUMEDAD	3.06

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	422.65
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	416.37
PESO DEL TARRO (gr.)	42.54
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	380.11
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	373.83
PESO DEL AGUA (gr.)	6.28
% HUMEDAD	1.68

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Armado Yana Torres
 CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE : Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO - UANCV

FECHA : 06/06/2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	5920 gr	5920 gr	5920 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2128 cm ³	2128 cm ³	2128 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9120.00 gr	8997.00 gr	9064.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3200.00 gr	3077.00 gr	3144.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.504 gr/cm ³	1.446 gr/cm ³	1.477 gr/cm ³
PROMEDIO	1.476 gr/cm ³		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	5920 gr	5920 gr	5920 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2128 cm ³	2128 cm ³	2128 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9649.00 gr	9495.00 gr	9642.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3729.00 gr	3575.00 gr	3722.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.752 gr/cm ³	1.680 gr/cm ³	1.749 gr/cm ³
PROMEDIO	1.727 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnoldo Xana Torres
 CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA

2025:

SOLICITANTE: Bach BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

CANTERA: ISLA - AGREGADO GRUESO
ISLA - AGREGADO FINO

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO - UANCV

FECHA: 06/06/2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	7105 gr	7105 gr	7105 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3241 cm ³	3241 cm ³	3241 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	11824.00 gr	11788.00 gr	11640.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4719.00 gr	4683.00 gr	4535.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.456 gr/cm ³	1.445 gr/cm ³	1.399 gr/cm ³
PROMEDIO	1.433 gr/cm ³		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	7105 gr	7105 gr	7105 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3241 cm ³	3241 cm ³	3241 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12253.00 gr	12362.00 gr	12435.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5148.00 gr	5257.00 gr	5330.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.588 gr/cm ³	1.622 gr/cm ³	1.645 gr/cm ³
PROMEDIO	1.618 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yano Torres
CIP: 103257



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE : Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO
ISLA - AGREGADO FINO

UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO UANCV

FECHA : 06/06/2025

PROCESO DE DISEÑO: LOS CONCRETO Y ASFALTOS LABOR

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días
entonces la resistencia promedio $F'cr = 364 \text{ Kg/cm}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4" (19.05mm)**

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.86	3.05
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1618	1727
P.U. Suelto	1433	1476
% de Absorción	2.48	2.61
% de Humedad Natural	1.68	3.06
Modulo de Fineza	-	2.80

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: **3/4" (19.05mm)**
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205 Lt/m³**
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- Como se prevé que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.47**
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$\left(\frac{205 \text{ Lt/m}^3}{0.47} \right) = 439 \text{ Kg/m}^3$$

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP / INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
JEFATURA
Dr. Arnaldo Yang Torres
CIP. 103257



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.80 el peso específico unitario del agregado

grueso varillado-compactado de 1618 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.620 m³ de agregado grueso por m³ de concreto.

Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.620) * (1618) = 1003 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (440) / (2.85 * 1000) = 0.154 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (1003) / (2.53 * 1000) = 0.397 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.776 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.776) = 0.224 \text{ m}^3$$

$$(0.224) * (3.05) * 1000 = 684 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (1003) * (1.0167991) = 1020 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (684) * (1.0306) = 705 \text{ Kg.}$$

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 1003 * \left(\frac{1.68 - 2.48}{100} \right) - 684 \left(\frac{3.06 - 2.61}{100} \right) = 210$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	440	1.00	440	1.00
Agua	205	0.466	210	0.48
Agreg. Grueso	1003	2.28	1020	2.32
Agreg. Fino	684	1.56	705	1.60
Aire	2.0 %		2.0 %	

10.35 BOLSAS/ m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento : 42.50 Kg.
 Agregado fino húmedo : 68.13 Kg.
 Agregado grueso húmedo : 98.56 Kg.
 Agua efectiva : 20.28 Kg.

UNIVERSIDAD NACIONAL CAJAMARCA
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 JULIACA - PERÚ
 Dr. Amalio Yana Torres
 CIP-103257



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento; **Redondeo**

1.63 p ³ de Arena	1.6 p ³ de Arena
2.43 p ³ de Piedra Chancada	2.4 p ³ de Piedra Chancada
20 Lt. de Agua	20 Lt. de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

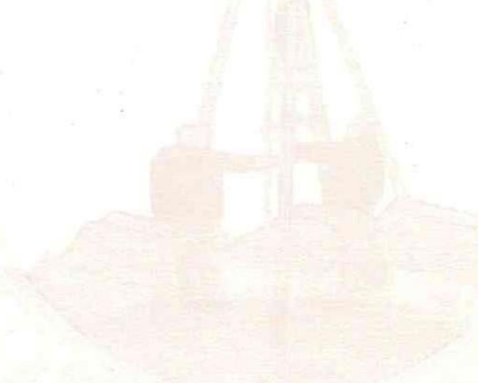
Se debiera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.


 UNIVERSIDAD ANDINA VESTOR CACERES VELASQUEZ
 FICP - CNP INGENIERIA CIVIL

 LABORATORIO M.S.C.A. FEATURURA
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA

INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA

SOLICITANTE

Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

04/07/2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34318	14.98	176.24	194.72	280	06/06/2025	13/06/2025	7	69.54
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33881	14.98	176.24	192.24	280	06/06/2025	13/06/2025	7	68.66
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33498	15.01	176.95	189.31	280	06/06/2025	13/06/2025	7	67.61
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32981	14.98	176.24	187.13	280	06/06/2025	13/06/2025	7	66.83
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34076	14.98	176.24	193.35	280	06/06/2025	13/06/2025	7	69.05
Promedio De Esf. Rotura					191.35					68.34

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	44276	14.98	176.24	251.22	280	06/06/2025	20/06/2025	14	89.72
2	BRIQUETA DE PRUEBA	44045	14.98	176.24	249.91	280	06/06/2025	20/06/2025	14	89.25
3	BRIQUETA DE PRUEBA	44376	15.01	176.95	250.78	280	06/06/2025	20/06/2025	14	89.57
4	BRIQUETA DE PRUEBA	42712	15.01	176.95	241.38	280	06/06/2025	20/06/2025	14	86.21
5	BRIQUETA DE PRUEBA	45001	14.98	176.24	255.33	280	06/06/2025	20/06/2025	14	91.19
Promedio De Esf. Rotura					249.73					89.19

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	50215	15.01	176.95	283.78	280	06/06/2025	04/07/2025	28	101.35
2	BRIQUETA DE PRUEBA	51642	15.01	176.95	291.84	280	06/06/2025	04/07/2025	28	104.23
3	BRIQUETA DE PRUEBA	53284	14.98	176.24	302.33	280	06/06/2025	04/07/2025	28	107.98
4	BRIQUETA DE PRUEBA	52959	14.98	176.24	300.49	280	06/06/2025	04/07/2025	28	107.32
5	BRIQUETA DE PRUEBA	51216	15.01	176.95	289.44	280	06/06/2025	04/07/2025	28	103.37
Promedio De Esf. Rotura					293.58					104.85

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA

INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE

Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

04/07/2025

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN 5 KG/M3

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	35642	15.01	176.95	201.42	280	06/06/2025	13/06/2025	7	71.94
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33472	14.98	176.24	189.92	280	06/06/2025	13/06/2025	7	67.83
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34461	14.98	176.24	195.53	280	06/06/2025	13/06/2025	7	69.83
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34058	14.98	176.24	193.24	280	06/06/2025	13/06/2025	7	69.02
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34949	15.01	176.95	197.51	280	06/06/2025	13/06/2025	7	70.54
Promedio De Esf. Rotura					195.53					69.83

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	44712	15.01	176.95	252.68	280	06/06/2025	20/06/2025	14	90.24
2	BRIQUETA DE PRUEBA	45835	15.01	176.95	259.03	280	06/06/2025	20/06/2025	14	92.51
3	BRIQUETA DE PRUEBA	46201	14.98	176.24	262.14	280	06/06/2025	20/06/2025	14	93.62
4	BRIQUETA DE PRUEBA	45326	14.98	176.24	257.18	280	06/06/2025	20/06/2025	14	91.85
5	BRIQUETA DE PRUEBA	44513	15.01	176.95	251.56	280	06/06/2025	20/06/2025	14	89.84
Promedio De Esf. Rotura					256.52					91.61

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	52021	15.01	176.95	293.99	280	06/06/2025	04/07/2025	28	105.00
2	BRIQUETA DE PRUEBA	53287	14.98	176.24	302.35	280	06/06/2025	04/07/2025	28	107.98
3	BRIQUETA DE PRUEBA	54035	14.98	176.24	306.59	280	06/06/2025	04/07/2025	28	109.50
4	BRIQUETA DE PRUEBA	53721	14.98	176.24	304.81	280	06/06/2025	04/07/2025	28	108.86
5	BRIQUETA DE PRUEBA	52682	15.01	176.95	297.72	280	06/06/2025	04/07/2025	28	106.33
Promedio De Esf. Rotura					301.09					107.53

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"

FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE: Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA: 04/07/2025

RESISTENCIA A LA COMPRESION CON FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN 10 KG/M3

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34831	15.01	176.95	196.84	280	06/06/2025	13/06/2025	7	70.30
2	BRIQUETA DE PRUEBA	35914	14.98	176.24	203.77	280	06/06/2025	13/06/2025	7	72.78
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36505	14.98	176.24	207.13	280	06/06/2025	13/06/2025	7	73.97
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34547	14.98	176.24	196.02	280	06/06/2025	13/06/2025	7	70.01
5	BRIQUETA DE PRUEBA	35811	15.01	176.95	202.38	280	06/06/2025	13/06/2025	7	72.28
Promedio De Esf. Rotura					201.23					71.87

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	BRIQUETA DE PRUEBA	46314	14.98	176.24	262.78	280	06/06/2025	20/06/2025	14	93.85
2	BRIQUETA DE PRUEBA	45525	14.98	176.24	258.31	280	06/06/2025	20/06/2025	14	92.25
3	BRIQUETA DE PRUEBA	46617	15.01	176.95	263.45	280	06/06/2025	20/06/2025	14	94.09
4	BRIQUETA DE PRUEBA	46046	14.98	176.24	261.26	280	06/06/2025	20/06/2025	14	93.31
5	BRIQUETA DE PRUEBA	46782	14.98	176.24	265.44	280	06/06/2025	20/06/2025	14	94.80
Promedio De Esf. Rotura					262.25					93.66

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	BRIQUETA DE PRUEBA	55182	15.01	176.95	311.85	280	06/06/2025	04/07/2025	28	111.38
2	BRIQUETA DE PRUEBA	54778	15.01	176.95	309.57	280	06/06/2025	04/07/2025	28	110.56
3	BRIQUETA DE PRUEBA	54012	14.98	176.24	306.46	280	06/06/2025	04/07/2025	28	109.45
4	BRIQUETA DE PRUEBA	55590	14.98	176.24	315.42	280	06/06/2025	04/07/2025	28	112.65
5	BRIQUETA DE PRUEBA	55341	15.01	176.95	312.75	280	06/06/2025	04/07/2025	28	111.70
Promedio De Esf. Rotura					311.21					111.15

OBSERVACIONES: 1. LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A. JEFATURA
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE: Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA: 04/07/2025

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN 15 KG/M3

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F°C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	36986	15.01	176.95	209.02	280	06/06/2025	13/06/2025	7	74.65	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	35342	14.98	176.24	200.53	280	06/06/2025	13/06/2025	7	71.62	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36156	14.98	176.24	205.15	280	06/06/2025	13/06/2025	7	73.27	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	35987	15.01	176.95	203.37	280	06/06/2025	13/06/2025	7	72.63	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	35212	14.98	176.24	199.79	280	06/06/2025	13/06/2025	7	71.35	
Promedio De Esf. Rotura					203.57						72.70

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F°C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	47351	14.98	176.24	268.67	280	06/06/2025	20/06/2025	14	95.95	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	46790	14.98	176.24	265.48	280	06/06/2025	20/06/2025	14	94.82	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	47909	15.01	176.95	270.75	280	06/06/2025	20/06/2025	14	96.70	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	45518	15.01	176.95	257.24	280	06/06/2025	20/06/2025	14	91.87	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	46452	14.98	176.24	263.57	280	06/06/2025	20/06/2025	14	94.13	
Promedio De Esf. Rotura					265.14						94.69

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F°C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	BRIQUETA DE PRUEBA	54457	14.98	176.24	308.99	280	06/06/2025	04/07/2025	28	110.35	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	55756	14.98	176.24	316.36	280	06/06/2025	04/07/2025	28	112.98	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	56396	15.02	177.19	318.29	280	06/06/2025	04/07/2025	28	113.67	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	55043	14.98	176.24	312.31	280	06/06/2025	04/07/2025	28	111.54	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	55853	15.01	176.95	315.64	280	06/06/2025	04/07/2025	28	112.73	
Promedio De Esf. Rotura					314.32						112.26

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE: Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA: 04/07/2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA PATRON

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1725.74	25.65	28.23	280.00	7	
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1874.21	27.77				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1982.08	29.36				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1837.14	27.22				
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2103.32	31.16				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2497.24	37.12	36.75	280.00	14	
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2625.53	38.90				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2376.72	35.21				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2445.41	36.23				
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2451.33	36.32				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3144.47	46.74	48.31	280.00	28	
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3072.08	45.51				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3268.64	48.42				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3327.58	49.30				
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3481.63	51.58				

OBSERVACIONES:
 1. LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 FICP - CIP INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE: Bach. BRYAN FABRICO CHURA LAYME
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 04/07/2025

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN 5 KG/M3

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2293.42	34.09	32.93	280.00	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1968.18	29.16		280.00	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2244.56	33.25		280.00	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2207.78	32.71		280.00	7
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2392.27	35.44		280.00	7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2652.52	39.43	41.48	280.00	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2847.18	42.18		280.00	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2981.43	44.17		280.00	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2675.26	39.63		280.00	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2833.78	41.98		280.00	14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3353.29	49.84	54.23	280.00	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3737.56	55.37		280.00	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3658.47	54.20		280.00	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3932.32	58.26		280.00	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3609.55	53.47		280.00	28

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arjaldo Yana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE : Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA : 04/07/2025

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN 10 KG/M3

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2678.68	39.82	35.12	280.00	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2323.51	34.42		280.00	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2155.36	31.93		280.00	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2425.37	35.93		280.00	7
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2262.19	33.51		280.00	7

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2880.41	42.82	44.54	280.00	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3019.72	44.74		280.00	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3104.68	46.00		280.00	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2913.15	43.16		280.00	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3105.39	46.01		280.00	14

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	4101.44	60.97	58.06	280.00	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3864.78	57.26		280.00	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3998.51	59.24		280.00	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3904.36	57.84		280.00	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3711.29	54.98		280.00	28

OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE: Bach. BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

FECHA: 04/07/2025

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN 15 KG/M³

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	F'c Kg/cm ²	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2651.42	39.41	36.94	280.00	7	
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2542.61	37.67				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2412.94	35.75				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2316.82	34.32				
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2534.69	37.55				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	F'c Kg/cm ²	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3157.84	46.94	47.11	280.00	14	
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3323.55	49.24				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2886.63	42.76				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3055.81	45.27				
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3464.47	51.33				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	F'c Kg/cm ²	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	4172.78	62.03	60.49	280.00	28	
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3967.33	58.78				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4255.26	63.04				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3905.71	57.86				
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4101.07	60.76				

OBSERVACIONES:

- 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnaldo Iana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

ASTM C 496

PROYECTO: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE: BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

MUESTRA: CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO

LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

FECHA: 04/07/2025

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 20.07 X 10.03 cm CONTROL M-10 - 0%	12914	20.07	10.03	632.41	20.42	280	06/06/2025	13/06/2025	7
2	PROBETA DE PRUEBA 20.03 X 10.00 cm CONTROL M-10 - 0%	14089	20.03	10.00	629.26	22.39	280	06/06/2025	13/06/2025	7
3	PROBETA DE PRUEBA 20.05 X 10.04 cm CONTROL M-10 - 0%	13647	20.05	10.04	632.41	21.58	280	06/06/2025	13/06/2025	7
4	PROBETA DE PRUEBA 20.02 X 10.02 cm CONTROL M-11 - 0%	12377	20.02	10.02	630.20	19.64	280	06/06/2025	13/06/2025	7
5	PROBETA DE PRUEBA 19.98 X 10.08 cm CONTROL M-12 - 0%	14647	19.98	10.08	632.71	23.15	280	06/06/2025	13/06/2025	7
PROMEDIO kg/cm ²						21.44				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 20.05 X 10.05 cm CRST - M-1 - 4%	17453	20.05	10.05	633.04	27.57	280	06/06/2025	20/06/2025	14
2	PROBETA DE PRUEBA 20.01 X 10.04 cm	19193	20.01	10.04	631.15	30.41	280	06/06/2025	20/06/2025	14
3	PROBETA DE PRUEBA 20.06 X 10.01 cm	15973	20.06	10.01	630.83	25.32	280	06/06/2025	20/06/2025	14
4	PROBETA DE PRUEBA 20.02 X 10.06 cm CRST - M-2 - 4%	19791	20.02	10.06	632.72	31.28	280	06/06/2025	20/06/2025	14
5	PROBETA DE PRUEBA 20.04 X 10.03 cm CRST - M-3 - 4%	15502	20.04	10.03	631.46	24.55	280	06/06/2025	20/06/2025	14
PROMEDIO kg/cm ²						27.83				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 20.07 X 10.05 cm CRST - M-1 - 8%	20372	20.07	10.05	633.67	32.15	280	06/06/2025	04/07/2025	28
2	PROBETA DE PRUEBA 20.02 X 10.02 cm CRST - M-1 - 8%	19832	20.02	10.02	630.20	31.47	280	06/06/2025	04/07/2025	28
3	PROBETA DE PRUEBA 19.98 X 10.06 cm CRST - M-1 - 8%	22928	19.98	10.06	631.46	36.31	280	06/06/2025	04/07/2025	28
4	PROBETA DE PRUEBA 20.05 X 9.98 cm CRST - M-2 - 8%	18582	20.05	9.98	628.63	29.56	280	06/06/2025	04/07/2025	28
5	PROBETA DE PRUEBA 20.01 X 10.02 cm CRST - M-3 - 8%	21240	20.01	10.02	629.89	33.72	280	06/06/2025	04/07/2025	28
PROMEDIO kg/cm ²						32.64				

OBSERVACIONES:

1- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR-CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

ASTM C 496

PROYECTO: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE: BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

MUESTRA: CONCRETO CON FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE 5 KG/M3

LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

FECHA: 04/07/2025

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE 5 KG/M3

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 20.07 X 10.03 cm CONTROL M-10 - 0%	15412	20.07	10.03	632.41	24.37	280	06/06/2025	13/06/2025	7
2	PROBETA DE PRUEBA 20.03 X 10.00 cm CONTROL M-10 - 0%	16436	20.03	10.00	629.26	26.12	280	06/06/2025	13/06/2025	7
3	PROBETA DE PRUEBA 20.05 X 10.04 cm CONTROL M-10 - 0%	16310	20.05	10.04	632.41	25.79	280	06/06/2025	13/06/2025	7
4	PROBETA DE PRUEBA 20.02 X 10.02 cm CONTROL M-11 - 0%	12995	20.02	10.02	630.20	20.62	280	06/06/2025	13/06/2025	7
5	PROBETA DE PRUEBA 19.98 X 10.08 cm CONTROL M-12 - 0%	16754	19.98	10.08	632.71	26.48	280	06/06/2025	13/06/2025	7
PROMEDIO kg/cm2						24.68				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 20.05 X 10.05 cm CRST - M-1 - 4%	21359	20.05	10.05	633.04	33.74	280	06/06/2025	20/06/2025	14
2	PROBETA DE PRUEBA 20.01 X 10.04 cm	19269	20.01	10.04	631.15	30.53	280	06/06/2025	20/06/2025	14
3	PROBETA DE PRUEBA 20.06 X 10.01 cm	20489	20.06	10.01	630.83	32.48	280	06/06/2025	20/06/2025	14
4	PROBETA DE PRUEBA 20.02 X 10.06 cm CRST - M-2 - 4%	20127	20.02	10.06	632.72	31.81	280	06/06/2025	20/06/2025	14
5	PROBETA DE PRUEBA 20.04 X 10.03 cm CRST - M-3 - 4%	18117	20.04	10.03	631.46	28.69	280	06/06/2025	20/06/2025	14
PROMEDIO kg/cm2						31.45				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 20.07 X 10.05 cm CRST - M-1 - 8%	22635	20.07	10.05	633.67	35.72	280	06/06/2025	04/07/2025	28
2	PROBETA DE PRUEBA 20.02 X 10.02 cm CRST - M-1 - 8%	21017	20.02	10.02	630.20	33.35	280	06/06/2025	04/07/2025	28
3	PROBETA DE PRUEBA 19.98 X 10.06 cm CRST - M-1 - 8%	23276	19.98	10.06	631.46	36.86	280	06/06/2025	04/07/2025	28
4	PROBETA DE PRUEBA 20.05 X 9.98 cm CRST - M-2 - 8%	23674	20.05	9.98	628.63	37.66	280	06/06/2025	04/07/2025	28
5	PROBETA DE PRUEBA 20.01 X 10.02 cm CRST - M-3 - 8%	24742	20.01	10.02	629.89	39.28	280	06/06/2025	04/07/2025	28
PROMEDIO kg/cm2						36.57				

OBSERVACIONES:

1. LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELÁSQUEZ"
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 043257671



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

ASTM C 496

PROYECTO: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE: BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

MUESTRA: CONCRETO CON FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE 10 KG/M3

LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

FECHA: 04/07/2025

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE 10 KG/M3

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 20.07 X 10.03 cm CONTROL M-10 - 0%	17347	20.07	10.03	632.41	27.43	280	06/06/2025	13/06/2025	7
2	PROBETA DE PRUEBA 20.03 X 10.00 cm CONTROL M-10 - 0%	15637	20.03	10.00	629.26	24.85	280	06/06/2025	13/06/2025	7
3	PROBETA DE PRUEBA 20.05 X 10.04 cm CONTROL M-10 - 0%	16892	20.05	10.04	632.41	26.71	280	06/06/2025	13/06/2025	7
4	PROBETA DE PRUEBA 20.02 X 10.02 cm CONTROL M-11 - 0%	16341	20.02	10.02	630.20	25.93	280	06/06/2025	13/06/2025	7
5	PROBETA DE PRUEBA 19.98 X 10.08 cm CONTROL M-12 - 0%	18741	19.98	10.08	632.71	29.62	280	06/06/2025	13/06/2025	7
PROMEDIO kg/cm ²						26.91				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 20.05 X 10.05 cm CRST - M-1 - 4%	20992	20.05	10.05	633.04	33.16	280	06/06/2025	20/06/2025	14
2	PROBETA DE PRUEBA 20.01 X 10.04 cm	22393	20.01	10.04	631.15	35.48	280	06/06/2025	20/06/2025	14
3	PROBETA DE PRUEBA 20.06 X 10.01 cm	21537	20.06	10.01	630.83	34.14	280	06/06/2025	20/06/2025	14
4	PROBETA DE PRUEBA 20.02 X 10.06 cm CRST - M-2 - 4%	19855	20.02	10.06	632.72	31.38	280	06/06/2025	20/06/2025	14
5	PROBETA DE PRUEBA 20.04 X 10.03 cm CRST - M-3 - 4%	23774	20.04	10.03	631.46	37.65	280	06/06/2025	20/06/2025	14
PROMEDIO kg/cm ²						34.36				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 20.07 X 10.05 cm CRST - M-1 - 8%	23585	20.07	10.05	633.67	37.22	280	06/06/2025	04/07/2025	28
2	PROBETA DE PRUEBA 20.02 X 10.02 cm CRST - M-1 - 8%	27521	20.02	10.02	630.20	43.67	280	06/06/2025	04/07/2025	28
3	PROBETA DE PRUEBA 19.98 X 10.06 cm CRST - M-1 - 8%	25296	19.98	10.06	631.46	40.06	280	06/06/2025	04/07/2025	28
4	PROBETA DE PRUEBA 20.05 X 9.98 cm CRST - M-2 - 8%	28659	20.05	9.98	628.63	45.59	280	06/06/2025	04/07/2025	28
5	PROBETA DE PRUEBA 20.01 X 10.02 cm CRST - M-3 - 8%	23482	20.01	10.02	629.89	37.28	280	06/06/2025	04/07/2025	28
PROMEDIO kg/cm ²						40.76				

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257
 B.I.E.: 8006-00338714



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

ASTM C 496

PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

SOLICITANTE : BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

MUESTRA : CONCRETO CON FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE 15 KG/M3

LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

FECHA : 04/07/2025

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS DE ALAMBRE 15 KG/M3

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 20.07 X 10.03 cm	19168	20.07	10.03	632.41	30.31	280	06/06/2025	13/06/2025	7
	CONTROL M-10 - 0%									
2	PROBETA DE PRUEBA 20.03 X 10.00 cm	17965	20.03	10.00	629.26	28.55	280	06/06/2025	13/06/2025	7
	CONTROL M-10 - 0%									
3	PROBETA DE PRUEBA 20.05 X 10.04 cm	15437	20.05	10.04	632.41	24.41	280	06/06/2025	13/06/2025	7
	CONTROL M-10 - 0%									
4	PROBETA DE PRUEBA 20.02 X 10.02 cm	17557	20.02	10.02	630.20	27.86	280	06/06/2025	13/06/2025	7
	CONTROL M-11 - 0%									
5	PROBETA DE PRUEBA 19.98 X 10.08 cm	20342	19.98	10.08	632.71	32.15	280	06/06/2025	13/06/2025	7
	CONTROL M-12 - 0%									
PROMEDIO kg/cm ²						28.66				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 20.05 X 10.05 cm	22099	20.05	10.05	633.04	34.91	280	06/06/2025	20/06/2025	14
	CRST - M-1 - 4%									
2	PROBETA DE PRUEBA 20.01 X 10.04 cm	24962	20.01	10.04	631.15	39.55	280	06/06/2025	20/06/2025	14
3	PROBETA DE PRUEBA 20.06 X 10.01 cm	22464	20.06	10.01	630.83	35.61	280	06/06/2025	20/06/2025	14
4	PROBETA DE PRUEBA 20.02 X 10.06 cm	20791	20.02	10.06	632.72	32.86	280	06/06/2025	20/06/2025	14
	CRST - M-2 - 4%									
5	PROBETA DE PRUEBA 20.04 X 10.03 cm	23459	20.04	10.03	631.46	37.15	280	06/06/2025	20/06/2025	14
	CRST - M-3 - 4%									
PROMEDIO kg/cm ²						36.02				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	L	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	PROBETA DE PRUEBA 20.07 X 10.05 cm	24263	20.07	10.05	633.67	38.29	280	06/06/2025	04/07/2025	28
	CRST - M-1 - 8%									
2	PROBETA DE PRUEBA 20.02 X 10.02 cm	28680	20.02	10.02	630.20	45.51	280	06/06/2025	04/07/2025	28
	CRST - M-1 - 8%									
3	PROBETA DE PRUEBA 19.98 X 10.06 cm	25789	19.98	10.06	631.46	40.84	280	06/06/2025	04/07/2025	28
	CRST - M-1 - 8%									
4	PROBETA DE PRUEBA 20.05 X 9.98 cm	26811	20.05	9.98	628.63	42.65	280	06/06/2025	04/07/2025	28
	CRST - M-2 - 8%									
5	PROBETA DE PRUEBA 20.01 X 10.02 cm	27797	20.01	10.02	629.89	44.13	280	06/06/2025	04/07/2025	28
	CRST - M-3 - 8%									
PROMEDIO kg/cm ²						42.28				

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIR: 103257
DUE: 60338714



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 13-10-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: BRYAN FABRICIO CHURA LAYME

Dirección: Jr. LIMA 110 BARRIO REVOLUCIÓN

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71870729

Teléfono: 932 005 888 email: shado23456@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO RECICLADO DE CONSTRUCCIÓN EN LAS

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO

RÍGIDO URBANO EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): FIBRAS METÁLICAS RECICLADAS, PROPIEDADES DEL CONCRETO, PAVIMENTO

RÍGIDO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2?}

1

1 Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

2 Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Titulo
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

13-10-2025

Fecha