

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Influencia de las fibras de acero reciclado en la resistencia a la tracción del concreto $f'_c=210$ kg/cm², empleando el ensayo Barcelona, Huánuco – 2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Litardo Carhuaricra, Adolfo

ASESOR: Huamán Cuespán, Carlos Esteban

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 48089243

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42289817

Grado/Título: Doctor en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible

Código ORCID: 0000-0002-9668-6670

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Valdivieso Echevarría, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Suarez Landauro, Reynaldo Favio	Maestro en gestión pública	22498065	0000-0002-4641-3797

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:30 horas del día **miércoles 30 de octubre de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

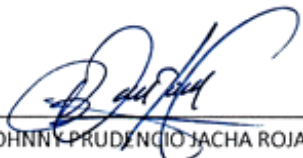
- | | |
|--|------------|
| ✓ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS | PRESIDENTE |
| ✓ MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA | SECRETARIO |
| ✓ MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2375-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM², EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO – 2023", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Adolfo LITARDO CARHUARICRA, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

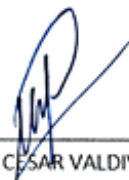
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **Aprobado... por unanimidad** con el calificativo cuantitativo de **...1.3...** y cualitativo de **Suficiente**. (Art. 47).

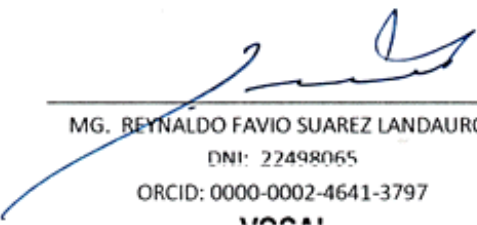
Siendo las **17^h 50'** horas del día **30 del mes de octubre** del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
DNI: 40895876
ORCID: 0000-0001-7920-1304

PRESIDENTE


MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA
DNI: 22416570
ORCID: 0000-0002-0579-5135

SECRETARIO (A)


MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO
DNI: 22498065
ORCID: 0000-0002-4641-3797

VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: ADOLFO LITARDO CARHUARICRA, de la investigación titulada "Influencia de las fibras de acero reciclado en la resistencia a la tracción del concreto $f_c=210$ kg/cm², empleando el Ensayo Barcelona, Huánuco – 2023", con asesor CARLOS ESTEBAN HUAMÁN CUESPÁN, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1018-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 19 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 04 de septiembre de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

11. Adolfo Litardo Carhuaricra.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	20%	4%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	Submitted to Universidad de San Martín de Porres Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Hacia mi padre, por ser mi faro en la tormenta, por enseñarme la perseverancia y la disciplina. Gracias por tu apoyo incondicional y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Tu ejemplo me ha guiado a lo largo de este camino y me ha convertido en la persona que soy hoy.

Hacia mi madre, por ser mi fuente de amor y apoyo absoluto. Gracias por tus palabras de aliento y por estar siempre presente en los momentos difíciles. Tu amor me ha dado la fuerza para seguir adelante y nunca rendirme.

A mis hermanos, por ser mis compañeros de vida, por su complicidad y por su apoyo constante. Gracias por compartir conmigo este camino y por ser mis confidentes en todo momento.

A mis abuelos, por su sabiduría y por inculcarme valores fundamentales como la honestidad, la responsabilidad y la humildad. Gracias por tu amor sin reservas y por ser mi mayor inspiración.

Esta tesis es un pequeño homenaje a todos ustedes, por ser mi familia, mi apoyo y mi fuente de motivación. Gracias por ser parte de este logro y por acompañarme en este camino.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis, por su invaluable guía, paciencia y apoyo durante todo el desarrollo de este trabajo. Sus consejos y sugerencias fueron fundamentales para la culminación exitosa de esta tesis.

A mis docentes de la Universidad de Huánuco, por su dedicación y por impartirme sus saberes. Gracias por su apoyo y por inspirarme a ser un mejor estudiante e investigador.

A la Universidad de Huánuco, por permitirme desarrollarme académicamente como profesional y por ofrecerme los recursos necesarios para realizar esta investigación.

A mis amigos y compañeros, por su apoyo y aliento durante este proceso. Gracias por su comprensión y por estar siempre presentes.

A mi familia, por su apoyo constante y por ser mi principal fuente de impulso y motivación. Gracias por creer en mí y por apoyarme en cada paso del camino.

Sin el apoyo de todos ustedes, este trabajo no habría sido posible.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	16
1.3. OBJETIVO GENERAL	17
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.7.1. VIABILIDAD TEÓRICA	18
1.7.2. VIABILIDAD ECONÓMICA	18
1.7.3. VIABILIDAD TEMPORAL	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	21
2.2. BASES TEÓRICAS	21
2.2.1. ACERO.....	21
2.2.2. FILAMENTOS DE ACERO	23
2.2.3. CONCRETO	24
2.2.4. COMPONENTES DEL HORMIGÓN	26
2.2.5. ENSAYO BARCELONA O ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA	28
2.2.6. NORMA UNE – 83515 ENSAYO BARCELONA.....	15
2.2.7. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012 PARA AGREGADOS	15
2.2.8. NORMA E.060 – DISEÑO DE MEZCLAS	16
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	16
2.4. HIPÓTESIS.....	19
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	19
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	19
2.5. VARIABLES	19
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	19
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	19
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	20
CAPÍTULO III.....	22
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	22
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	22
3.1.1. ENFOQUE	22
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	22
3.1.3. DISEÑO.....	23
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	24

3.2.1. POBLACIÓN.....	24
3.2.2. MUESTRA	24
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS....	25
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	25
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	33
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	33
CAPÍTULO IV	34
RESULTADOS	34
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	34
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	42
CAPÍTULO V	49
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	49
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tamaños mínimos de muestra según el nivel de investigación.	25
Tabla 2 Descripción de la muestra seleccionada.	25
Tabla 3 Resultado de datos de la resistencia a la tracción según diseño y de las ejemplares patrón.	34
Tabla 4 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la tracción de las ejemplares patrón y para las ejemplares según diseño.	35
Tabla 5 Resultado de los datos para la resistencia a la tracción con 1% de filamentos de acero reciclado y para las ejemplares patrón.	36
Tabla 6 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la tracción de las probetas patrón y para las probetas con 1% de filamentos de acero reciclado.	37
Tabla 7 Resultado de los datos para la resistencia a la tracción con 3% de filamentos de acero reciclado y para las ejemplares patrón.	37
Tabla 8 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la tracción de las probetas patrón y para las probetas con 3% de filamentos de acero reciclado.	38
Tabla 9 Resultado de los datos para la resistencia a la tracción con 5% de filamentos de acero reciclado y para las ejemplares patrón.	39
Tabla 10 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la tracción de las probetas patrón y para las probetas con 5% de filamentos de acero reciclado.	40
Tabla 11 Resultado de los datos para la resistencia a la tracción con 1%, 3% y 5% de filamentos de acero reciclado y para las ejemplares patrón.	40
Tabla 12 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la tracción de las probetas patrón y para las probetas con 1%, 3% y 5% de filamentos de acero reciclado.	41
Tabla 13 Prueba de normalidad para los datos de F'_{ct} promedio de las ejemplares con 1%, 3% y 5% de FAC y para los datos de la F'_{ct} de las ejemplares patrón.	42
Tabla 14 Prueba de T Student para los datos F'_{ct} promedio de las ejemplares con 1%, 3% y 5% de FAC y para los datos de F'_{ct} de las ejemplares patrón.	43

Tabla 15 Prueba de normalidad para los datos de F'_{ct} de las ejemplares con 1% de filamentos de acero y para los datos de F'_{ct} de las ejemplares patrón.	44
Tabla 16 Prueba de T Student para los datos de F'_{ct} de las ejemplares con 1% de filamentos de acero y para los datos de F'_{ct} de las ejemplares patrón.	44
Tabla 17 Prueba de normalidad para los datos de F'_{ct} de las ejemplares con 3% de filamentos de acero y para los datos de F'_{ct} de las ejemplares patrón.	45
Tabla 18 Prueba de T Student para los datos de F'_{ct} de las ejemplares con 3% de filamentos de acero y para los datos de F'_{ct} de las ejemplares patrón.	46
Tabla 19 Prueba de normalidad para los datos de F'_{ct} de las ejemplares con 5% de las filamentos de acero y para los datos de F'_{ct} de las ejemplares patrón.	47
Tabla 20 Prueba de Wilcoxon Student para los datos de F'_{ct} de las ejemplares con 5% de filamentos de acero y para los datos de F'_{ct} de las ejemplares patrón.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El acero.	22
Figura 2 El concreto es un material muy usado en la construcción de obras civiles.....	26
Figura 3 Ensayo Barcelona para especímenes de concreto.	29
Figura 4 Dimensiones de la probeta para ensayo Barcelona.....	29
Figura 5 Se recolectarán filamentos de acero.....	26
Figura 6 Pesaje de filamentos de acero y selección de los agregados para la elaboración de las probetas.	27
Figura 7 Pesaje de los agregados gruesos y finos.....	27
Figura 8 Determinación del peso del cemento y la cantidad de agua para la mezcla.	28
Figura 9 Realización de la mezcla para el experimento teniendo en cuenta la norma ACI 211.	28
Figura 10 Uso del trompo mezclador para realizar la mezcla homogénea que consta de agregados, cemento, agua y filamentos de acero recicladas.....	29
Figura 11 Curado de las probetas con adición de 1%, 3% y 5% de las fibras recicladas de acero.....	29
Figura 12 Probetas patrón, con adición de 1%, 3% y 5% para el Ensayo Barcelona después de su curado por 28 días.	30
Figura 13 Ensayo Barcelona o también llamado ensayo de doble punzonamiento para las probetas patrón.....	30
Figura 14 Ensayo Barcelona o también llamado ensayo de doble punzonamiento para las probetas con adición de filamentos de acero reciclado en porcentajes 1%, 3% y 5%.	31
Figura 15 Ficha de laboratorio sin adición de filamentos de acero reciclado.	31
Figura 16 Resultado del ensayo de resistencia a la tracción indirecta de los testigos de concreto con adición del 1% de filamentos de acero a los 28 días de curado.	32
Figura 17 Resultado del ensayo de resistencia a la tracción indirecta de los testigos de concreto con adición del 3% de filamentos de acero a los 28 días de curado.	32

Figura 18 Resultado del ensayo de resistencia a la tracción indirecta de los testigos de concreto con adición del 5% de filamentos de acero a los 28 días de curado.	33
Figura 19 Comparación de la resistencia a la tracción patrón y resistencia a la tracción según diseño.	35
Figura 20 Comparación de la resistencia a la tracción patrón (Kg/cm ²) y la resistencia a la tracción con 1% de filamentos de acero reciclado (Kg/cm ²).	36
Figura 21 Comparación de la resistencia a la tracción patrón (Kg/cm ²) y la resistencia a la tracción con 3% de filamentos de acero reciclado (Kg/cm ²).	38
Figura 22 Comparación de la resistencia a la tracción patrón (Kg/cm ²) y la resistencia a la tracción con 5% de filamentos de acero reciclado (Kg/cm ²).	39
Figura 23 Comparación de la resistencia a la tracción patrón (Kg/cm ²) y la resistencia a la tracción con 1%, 3% y 5% de filamentos de acero reciclado (Kg/cm ²).	41

RESUMEN

El presente estudio se enfoca en analizar el efecto de filamentos de acero recicladas en la resistencia a tracción indirecta de especímenes de concreto, cuya resistencia característica a la compresión es de 210 kg/cm², empleando el Ensayo Barcelona como metodología. El propósito principal es determinar si la incorporación de estos filamentos puede mejorar la capacidad del hormigón para resistir fuerzas de tracción. Se llevaron a cabo pruebas en 60 ejemplares, dividiéndolas en cuatro grupos: 15 sin fibras, 15 con 1% de fibras, 15 con 3% de fibras y 15 con 5% de fibras, todas añadidas en comparación con el peso seco de la mezcla.

Se encontró que la resistencia a las fuerzas de tracción indirecta promedio del hormigón que contiene porcentajes del 1%, 3% y 5% de filamentos de acero recicladas es de 35,83 Kg/cm², en contraste con la resistencia a la tracción indirecta de las ejemplares estándar, la cual alcanzaron un valor promedio de 32,23 Kg/cm². Se observó también una relación directa entre el aumento en el porcentaje de fibras añadidas y el incremento en la capacidad portante a tracción. Este hallazgo sugiere que la integración de filamentos de acero provenientes de material reciclado mejora la resistencia a las fuerzas de tracción del hormigón, lo que puede tener implicaciones significativas en la industria de la construcción en términos de durabilidad y seguridad estructural.

Los análisis estadísticos indicaron de manera concluyente que filamentos de acero provenientes de material reutilizable tienen un efecto significativo en la resistencia a las fuerzas de tracción indirecta del hormigón $f'_c=210$ kg/cm². El contraste estadístico inferencial mostró un valor de $t=51,442$, con un valor de $p=0,001$, siendo $p<0,05$, lo que evidencia la relevancia de esta influencia.

Palabras clave: Fibras, acero reciclado, concreto, ensayo Barcelona, resistencia a la tracción.

ABSTRACT

This study focuses on investigating how steel fibers from recycled material affect the indirect tensile force resistance capacity of concrete based on a design with a resistance of $f'_c=210$ kg/cm², using the Barcelona test. The main purpose is to determine if the incorporation of these fibrous elements can improve the ability of concrete to resist tensile forces. Tests were carried out on 60 samples, dividing them into four groups: 15 without fibers, 15 with 1% fibers, 15 with 3% fibers and 15 with 5% fibers, all added compared to the dry weight of the mixture.

It was found that the resistance to average indirect tensile forces of concrete containing percentages of 1%, 3% and 5% of steel filaments from recycled material is 35.83 Kg/cm², in contrast to the resistance to indirect traction of the standard samples, which reached an average of 32.23 Kg/cm². A direct relationship was also observed between the increase in the percentage of added fibers and the increase in resistance to tensile stresses. This finding suggests that the incorporation of steel filaments from recycled material improves the resistance to tensile forces of concrete, which may have significant implications in the construction industry in terms of durability and structural safety.

Statistical analyzes conclusively indicated that fibrous steel elements from recycled material have a significant effect on the resistance to indirect tensile forces of concrete $f'_c=210$ kg/cm². The inferential statistical contrast showed a value of $t=-51.442$, with a value of $p=0.001$, with $p<0.05$, which shows the relevance of this influence.

Keywords: Fibers, recycled steel, concrete, Barcelona test, tensile strength.

INTRODUCCIÓN

La utilización de materiales reciclados en el sector de la construcción ha ganado interés significativo en el transcurso de los últimos años debido a su potencial para reducir la huella ambiental y promover la sostenibilidad. En este contexto, filamentos de acero obtenidos a partir de material reciclado han surgido como una alternativa prometedora para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón. La presente investigación se enfoca en explorar el impacto de estas fibras en la resistencia a los esfuerzos de tracción del hormigón con un diseño de resistencia $f'c=210$ kg/cm², utilizando el ensayo Barcelona en la región de Huánuco en el año 2023.

El tema del efecto de filamentos de acero obtenidos de material reciclado en la resistencia a los esfuerzos de tracción del hormigón es digno de investigación por varias razones. En primer lugar, la utilización de materiales reciclados es fundamental para progresar hacia métodos de construcción que sean más sostenibles y amigables con el entorno. Además, entender cómo estas fibras impactan en las características mecánicas del hormigón puede proporcionar información valiosa para ingenieros, arquitectos y constructores, ayudándoles a tomar decisiones informadas en la selección de materiales y en el diseño de estructuras más duraderas y seguras.

Este estudio puede contribuir al conocimiento al proporcionar evidencia empírica sobre el impacto de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón. Los resultados obtenidos pueden ayudar a llenar vacíos en la literatura existente y proporcionar una base sólida para Investigaciones venideras en esta área. Además, al emplear el ensayo de Barcelona en la región específica de Huánuco, se podrán obtener datos relevantes y específicos que podrían ser aplicables a proyectos de construcción en dicha área geográfica.

El problema general de investigación se centra en entender de qué manera la inclusión de filamentos de acero reciclado afecta la resistencia a la tracción del hormigón con un diseño de resistencia $f'c=210$ kg/cm², utilizando el ensayo de Barcelona en Huánuco en el año 2023. Con un objetivo general la cual es determinar esta influencia de manera precisa y detallada.

Es importante destacar que esta investigación adopta un enfoque cuantitativo con un alcance explicativo y un diseño cuasi experimental. La muestra seleccionada se basa en criterios de conveniencia, lo que puede afectar la generalización de los resultados a otras poblaciones o contextos. Además, se reconocen ciertos límites en términos de recursos disponibles y restricciones temporales que podrían afectar la extensión y profundidad de los análisis realizados. Sin embargo, se espera que los hallazgos obtenidos sean relevantes y significativos para la comunidad académica y profesional en el ámbito de la ingeniería civil y la industria de la construcción.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los materiales de construcción causan problemas ambientales como el potencial de agotamiento abiótico, el potencial de agotamiento de la capa de ozono, el potencial de creación de oxidantes fotoquímicos, el potencial de acidificación, el potencial de eutrofización, el potencial de ecotoxicidad, el potencial de toxicidad humana y el potencial de calentamiento global (Park, et al., 2020).

La mala gestión de materiales y equipos es un problema importante para retrasar los proyectos de construcción, lo que afecta a la productividad y a la rentabilidad (Kumar, 2018).

La industria de la elaboración del hormigón deja una enorme huella ambiental debido al consumo de materiales, las emisiones de CO₂, los requisitos energéticos, el consumo de agua y la generación de residuos (Meyer, 2009). La producción del hormigón provoca contaminación atmosférica y altas emisiones de gases de efecto invernadero, lo que provoca daños al clima y a la salud que se acercan al 75% del valor de la industria.

Las principales dificultades en el reciclaje del hormigón en las industrias de la construcción del mundo están relacionadas con las diferentes fases de la transición al reciclaje de residuos de construcción (Tam, 2009). La producción de la industria del hormigón fue responsable del 9% de las extracciones mundiales de agua industrial en 2012, lo que representa el 1,7% de la extracción total de agua mundial (Miller y Monteiro, 2018).

Las principales sustancias emitidas en el proceso de producción del hormigón impactan la acidificación y la eutrofización son NO_x, SO₂, H₂S y H₂, SO₄. (Kim y Chae, 2016)

El impacto ambiental de la industria del hormigón incluye el calentamiento global, el agotamiento de la capa de ozono, la acidificación del suelo y los cuerpos de agua, y la afectación de los ecosistemas y los sistemas hidrogeológicos e hidrológicos (Tanash y Muthusamy, 2022).

La industria del hormigón deja una enorme huella ambiental, pero los desarrollos recientes incluyen el uso de materiales cementosos y materiales reciclados para mejorar su desempeño ambiental (Meyer, 2009).

La producción de acero es un proceso intensivo donde se utiliza mucha energía generando un impacto ambiental significativo, debido a esto las nuevas tecnologías emergentes están ayudando a reducir su contaminación y su huella hídrica y de carbono (Conejo y Dutta, 2020).

Si bien es cierto que la producción de filamentos de acero y la producción de concretos generan estrés ambiental, pero al fusionarlas estas mejoran moderadamente la resistencia a la corrosión de las barras de refuerzo, del hormigón armado principalmente debido a la reducción de la entrada de cloruros debido a la detención del crecimiento de grietas (Berrocal, y Löfgren, 2016).

A nivel mundial se producen residuos de múltiples materiales industriales tales como la madera, acero, PVC, cerámicos, entre otros, en los países industriales se han empezado a usar estos materiales para elaborar nuevos elementos para la construcción, adicionando a la mezcla de concreto en estado fresco.

El presente estudio se centra en optimizar la resistencia a tracción del hormigón a través de la adición controlada de filamentos de acero en su composición, esto con el fin de contrarrestar las fisuras que se ocasionan en el concreto debido a su exposición y uso a lo largo de su vida útil sometido a cargas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Cómo impacta añadir filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

PE1: ¿Cómo impacta añadir 1% de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023?

PE2: ¿Cómo impacta añadir 3% de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023?

PE3: ¿Cómo impacta añadir 5% de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023?

1.3. OBJETIVO GENERAL

OG: Determinar el impacto de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco – 2023.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Determinar el impacto al añadir 1% de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023.

OE2: Determinar el impacto al añadir 3% de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023.

OE3: Determinar el impacto al añadir 5% de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Nuestro estudio es justificado debido a que el material estructural usado actualmente es el concreto, por tanto, se necesita evaluar mejoras que nos ayuden a un mayor rendimiento mecánico, especialmente en la capacidad de resistencia a la tracción, por ello se adicionarán filamentos de acero a la mezcla de concreto en estado fresco. El diseño de mezcla se realizará bajo el método ACI - 211 y satisfaciendo la normativa peruana E.060 Concreto Armado, posteriormente se realizarán los ensayos de resistencia a esfuerzos de tracción bajo en Ensayo de Barcelona.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones que se presentarán en la realización del presente proyecto serán:

La ciudad de Huánuco no cuenta con una planta de tratamiento para desechos de este tipo (acero), por tanto, se tendrá que optar por recolectar en

construcciones y depósitos alrededor de la ciudad, lo cual nos consumirá mayor tiempo ya que debemos recorrer varios puntos.

Los ensayos de tracción se realizarán cuando el concreto haya culminado su curado adecuado, lo cual será a los 28 días, por tanto, se necesitará esperar estos días para poder realizar los ensayos correspondientes.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La factibilidad implica que el estudio puede llevarse a cabo en términos teóricos, económicos y temporales.

1.7.1. VIABILIDAD TEÓRICA

La presente investigación presenta una metodología integrada para el desarrollo de concreto ecológico sostenible, duradero y rentable pues se utilizó material reciclado de la región, el material utilizado tiene viabilidad teórica y sólida por las propiedades físicas y químicas de filamentos de acero reciclado, su aplicación y efectividad en el concreto es común en el mundo pues mejora el rendimiento estructural y promueve las prácticas de construcción más sostenibles.

1.7.2. VIABILIDAD ECONÓMICA

Los materiales reciclados en las mezclas de concreto pueden aumentar la resistencia y la durabilidad hasta en un 50% en comparación con el concreto normal hecho de materiales nuevos esto lo convierte en una alternativa potencialmente económica gracias a los ahorros en costos para su elaboración además que nos permitiría ahorrar toneladas de agregado fino y grueso cada año ahorrando miles de unidades monetarias, asimismo permitiría disminuir los costos de producción para su elaboración.

1.7.3. VIABILIDAD TEMPORAL

La investigación se centra en el estudio de tracción en el concreto a través del ensayo de Barcelona, debido a que si se tocaran más materias como otras propiedades mecánicas la investigación se haría más extensa tomando mucho más tiempo y haciéndola más costosa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

González et al. (2022) analizaron el impacto de diferentes métodos de hormigonado, como el vertido por gravedad, el bombeo y la vibración manual, en la distribución de macrofibras metálicas en el hormigón. A través de la producción y análisis de ejemplares de hormigón con macrofibras metálicas, se identificó que el método de bombeo es el más efectivo para lograr una distribución uniforme de las macrofibras en el hormigón vibrado, mientras que el vertido por gravedad y la vibración manual pueden causar una distribución desigual, afectando negativamente las propiedades mecánicas del hormigón.

Rueda y Florez (2021) evaluaron el comportamiento mecánico del hormigón seco con una resistencia de 4000 PSI (280 kg/cm²) reforzado con filamentos de acero y PET tanto a temperatura ambiente como a temperaturas elevadas, mediante un estudio experimental que incluyó ensayos de compresión en 96 cilindros y ensayos de flexión en 48 vigas utilizando un diseño factorial. Los resultados indicaron que las resistencias a la compresión y flexión del hormigón reforzado con fibras de PET y acero son similares a las del hormigón sin refuerzo adicional, y que las propiedades mecánicas se mantienen relativamente estables hasta una temperatura de 210°C.

Inga y Paredes (2019) investigaron la relación entre los resultados del ensayo de doble Punzonamiento (EDP) y el ensayo de flexión de viga (EFV) en hormigones reforzados con fibras (HRF), evaluando cómo la cantidad y el tipo de fibra afectan esta correlación. El estudio, que incluyó ensayos en hormigones con diferentes tipos y cantidades de fibras, encontró que las variaciones en la tenacidad fueron del 12% y 16% en el EFV y del 6% y 14% en el EDP para resistencias de 350 kg/cm² y 500 kg/cm², respectivamente. Se determinó un alto coeficiente de correlación (R^2 de 0.899 a 0.998) entre ambos ensayos, concluyendo que el EDP es una alternativa viable al EFV para evaluar la resistencia a la tracción

indirecta en HRF, especialmente cuando se utilizan filamentos de acero, y que la cantidad de fibra no impacta significativamente en esta correlación.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Díaz (2023) evaluó el impacto de la incorporación de fibra sintética de polipropileno en la resistencia a la tracción del hormigón, determinando que la dosis más efectiva es del 0.6% del peso del cemento. Los resultados mostraron un aumento significativo en la resistencia a la tracción, así como mejoras en la trabajabilidad del hormigón y una reducción en la formación de grietas, aunque no se observó un impacto significativo en la resistencia a la compresión. El autor concluye que la fibra sintética de polipropileno es una opción viable para mejorar la resistencia a tracción y trabajabilidad del hormigón.

Minchan (2021) examinó cómo la cantidad y la relación longitud-diámetro de filamentos de acero afectan el comportamiento del hormigón reforzado con fibras (CRF) mediante el ensayo Barcelona. Se evaluaron cuatro variedades de fibras con relaciones longitud-diámetro de 80, 65, 55 y 45, y cantidades de fibra de 10, 15, 20 y 30 kg/m³. Los resultados mostraron que la inclusión de 30 kg/m³ de filamentos de acero mejoró la resistencia a la fisuración hasta en un 30%, con un mejor desempeño de las fibras más esbeltas (80 y 65). La resistencia residual aumentó hasta un 20% con fibras de menor esbeltez (55 y 45), y la tenacidad se incrementó en un 40% con las fibras más esbeltas (80 y 65). Minchan concluye que el ensayo Barcelona es eficaz para evaluar el desempeño del CRF y que tanto la cantidad como la esbeltez de las fibras influyen significativamente en sus propiedades, dependiendo de los objetivos específicos de mejora.

Alor y Alfaro (2020) investigaron la elaboración de concreto utilizando agregado grueso reciclado y agregado fino con virutas de acero, evaluando sus propiedades mecánicas (compresión, flexión y tracción). Se añadieron filamentos de acero en proporciones de 8%, 10% y 12% respecto al peso del agregado fino, y se realizaron ensayos en 72 especímenes. La mezcla con un 10% de filamentos de acero demostró ser la más óptima, alcanzando una resistencia a la compresión de 37.74

MPa, una resistencia a la tracción de 3.04 MPa y una resistencia a la flexión de 5.51 MPa, superando a las demás mezclas evaluadas.

Miranda y Rado (2019) investigaron la viabilidad técnica y económica de utilizar concreto reforzado con filamentos de acero y cemento puzolánico en pavimentos rígidos en Apurímac. Se evaluaron seis formulaciones de concreto, tres con cemento puzolánico y filamentos de acero, y tres con cemento convencional, analizando sus propiedades mecánicas y físicas. Los resultados mostraron que el concreto con filamentos de acero y cemento puzolánico presentó una mayor resistencia a la flexión, tracción y desgaste en comparación con el concreto convencional. Los autores concluyen que las mezclas M6 (con 20 kg de filamentos de acero y relación A/C de 0.45) y M7 (con 25 kg de filamentos y la misma relación A/C) son las más eficaces para mejorar las propiedades mecánicas del pavimento rígido.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Soto (2018) investigó cómo la inclusión de filamentos de acero afecta la resistencia a la tracción directa e indirecta del hormigón con una resistencia característica de 210 kg/cm², buscando determinar la cantidad ideal de filamentos y analizar la influencia de la longitud y el tipo de fibras. Se realizaron pruebas con cuatro grupos de concreto, incluyendo uno sin fibras como control y otros con distintas proporciones y tipos de fibras Dramix. Los resultados mostraron que el concreto reforzado con un 1% de fibras Dramix RC 80/60 BN registró las resistencias más altas, con un incremento del 80% en tracción directa y un 63% en tracción indirecta respecto al concreto sin fibras. Se concluyó que la dosificación óptima es del 1% de fibras Dramix RC 80/60 BN, lo que mejora significativamente la tenacidad a la fractura del hormigón.

2.2. BASES TEÓRICAS

Las bases teóricas es el sustento teórico que refuerza la investigación por lo tanto la información que se va usar será de revistas científicas, bibliografías y sitios web.

2.2.1. ACERO

El acero, una amalgama de hierro y carbono con un contenido de carbono que no supera el 2%, constituye uno de los elementos más

prevalentes en la industria y la construcción, gracias a su excepcional resistencia, durabilidad y versatilidad (Dutscher, 2021).

Las características inherentes al acero están intrínsecamente ligadas a factores como su composición química, los tratamientos térmicos aplicados y los procedimientos de fabricación. Entre las propiedades más significativas del acero se cuentan su elevada resistencia mecánica frente a la tracción, compresión y flexión, su capacidad para endurecerse mediante tratamientos térmicos, otorgándole resistencia al desgaste, así como su tenacidad, ductilidad y su notable facilidad para ser soldado, la cual lo posiciona como una alternativa idónea para su empleo en el sector de la construcción. (Dutscher, 2021).

Figura 1

El acero



Nota: La figura muestra los tipos de acero. Fuente: (Ferretería Líder, 2020)

El acero se diversifica en distintas categorías según su composición química, proceso de manufactura y características resultantes. Se destacan variedades como los aceros al carbono, los cuales consisten en una mezcla elemental de hierro y carbono, los aceros aleados, que incorporan otros elementos como cromo, níquel, molibdeno o vanadio para mejorar sus propiedades, incluyendo su resistencia a la corrosión o mecánica, los aceros inoxidable, que gracias a la presencia de cromo exhiben una notoria resistencia a la corrosión, y los aceros de herramientas, reconocidos por su extrema dureza y

resistencia al desgaste, utilizados en la fabricación de implementos especializados (Carrillo y Alcoter, 2016).

La producción del acero comienza con la transformación de mineral de hierro en arrabio mediante altos hornos. Posteriormente, el arrabio es sometido a un proceso de refinamiento en convertidores LD o hornos de oxígeno básico para eliminar impurezas y obtener acero líquido. Este último es vertido en moldes donde se solidifica, dando lugar a productos semiacabados como palanquillas o blooms, que luego son laminados para obtener productos finales como perfiles, chapas o tubos (Carrillo y Alcoter, 2016).

El acero encuentra una amplia gama de aplicaciones en diversos sectores, incluyendo la construcción de estructuras como edificaciones, puentes y naves industriales, así como en la industria para la manufactura de maquinaria, herramientas y vehículos. Además, desempeña un papel vital en el transporte, presente en automóviles, aviones, barcos y trenes, y se utiliza también en bienes de consumo como electrodomésticos y muebles (Starkov, 2022).

Norma técnica peruana 341.031 – acero

Manifiesta que el acero, es una combinación de hierro y carbono que incluye entre un 0.02% y un 2% de carbono y hasta un 2% de manganeso, se caracteriza principalmente por su composición química. Además, es un material flexible que puede ser moldeado, laminado, forjado y soldado, lo que permite una amplia gama de usos. Así mismo manifiesta que es responsabilidad de los usuarios establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud ocupacional y cumplir las reglamentaciones aplicables su uso implica tres aspectos principales, las propiedades mecánicas de resistencia a tracción, compresión y corte., (INACAL 2018).

2.2.2. FILAMENTOS DE ACERO

Hace mucho tiempo se ha usado el uso de las fibras en el refuerzo de materiales, se tiene registro que en el año de 1540 a la elaboración del adobe se le añadió paja, aportando una mayor resistencia y soporte a dicho material. Actualmente se añaden otros productos como cerámicos, plásticos, cementos, yesos que funcionan muy bien como

aportes a la resistencia a tensión, compresión, elasticidad, fatiga, duración, entre otros (Carrillo y Alcoter, 2016).

Medina (2007), explica que filamentos de acero son de dos tipos: metálicas y sintéticas, las más comunes en la construcción civil son las metálicas, se caracterizan por ser distribuidas en la mezcla de concreto brindando una mayor resistencia frente a las fisuras, es por ellos que se emplean generalmente en pisos que soportan cargas considerables a lo largo de su vida útil, se compone principalmente de alambre de acero, trefilado en frío y bajo carbono.

Las fibras incorporadas en la construcción de elementos estructurales se han estudiado hace mucho, ya sea en adobe, cerámica o concreto, esto con la finalidad de aportar o mejorar el desempeño estructural, pero la incorporación de nuevos materiales también han complicada la investigación para los ingenieros, esto debido a que se debe buscar la proporción correcta que mejore las propiedades, además de que también debe mantener su forma homogénea, moldeable e isotrópico (Carrillo y Alcoter, 2016).

2.2.3. CONCRETO

Explica que el concreto fue usado por primera vez en Roma, antaño A.C. formaban la pasta del hormigón con cales y cenizas volcánicas, lo sumergen en el agua, con este material elaboraron el Panteón con una bóveda de 43.20 m de diámetro, en los tiempos moderno se empleó el concreto en 1760 en Inglaterra, en Perú el cemento llegó en barriles alrededor del año 1850, se empleó para construcciones de cimentaciones, zapatas, y acabados, después de fue implementando junto con el acero para edificios, puentes, entre otros. A partir de 1915 se apertura los hornos en nuestro país, es decir empezaron a fabricar su propio cemento, a partir de los años 50 se establece en Lima la primera empresa de concreto premezclado (Harmsen, 2002).

El concreto es un material muy compacto y duro como una roca, está compuesto por agregados finos y gruesos, agua, cemento. La relación agua cemento es muy importante en la elaboración de la mezcla de un concreto, esto debido a que ambos reaccionan químicamente liberando reacciones químicas que actúan con adherencia y pegan los

otros compuestos, la resistencia a compresión del hormigón varía, existen concreto de baja resistencia como también de elevada resistencia a fuerzas de compresión. Antiguamente los concretos tenían una resistencia baja debido a que no se contaba con normativas ni especificaciones técnicas, actualmente todo eso ha cambiado y en algunas ocasiones hasta se incorporan fibras o aditivos al concreto, con el propósito de mejorar sus características mecánicas (Ortega García, 2014).

Norma técnica peruana E.060 – concreto armado

El concreto es una mezcla de cemento, agua, agregados gruesos (piedra o grava) y agregados finos (arena) que se endurece para formar una estructura sólida. El cemento actúa como aglutinante al mezclarse con agua, mientras que los agregados gruesos proporcionan volumen y resistencia, y los agregados finos llenan los espacios vacíos y mejoran la manejabilidad del hormigón (SENCICO 2019).

Las propiedades mecánicas del hormigón se encuentran definidas principalmente por su resistencia a la compresión, tracción y módulo de elasticidad. Si bien la resistencia a la compresión constituye el parámetro fundamental para evaluar la capacidad portante de las estructuras de concreto, su resistencia a la tracción es considerablemente menor y suele requerir de elementos de refuerzo para ser incrementada. El módulo de elasticidad, por su parte, es un indicador de la rigidez del material y su deformación bajo carga, siendo un valor alto indicativo de menor deformabilidad (SENCICO, 2019).

Figura 2

El concreto se erige como el material de construcción más empleado en obras civiles



Nota: El concreto. Fuente: Imagen sacada del sitio web psiconcreto.com

2.2.4. COMPONENTES DEL HORMIGÓN

Cemento

Ortega (2014), define al cemento como sustancia con propiedades aglomerantes, es decir, al mezclarse con el agua reacciona químicamente como un pegamento muy fuerte capaz de adherir los agregados, este material surge en 1824 en Inglaterra, actualmente existen diferentes tipos de cemento que se emplean de acuerdo a la zona donde se va a construir y a la vida útil que se le dará a dicho concreto.

Agua

El agua es un elemento fundamental en la elaboración del hormigón, ya que se encarga de fraguar y endurecer la mezcla a través del curado, el agua hidrata al cemento lo cual hace que el cemento al hidratarse reaccione químicamente y empiece a adherir a los agregados, la mezcla que se hace de agua y cemento se le denomina pasta (Sánchez de Guzmán, 2001).

Aire

El aire es un elemento del hormigón que en sí no debería de existir dentro de la mezcla, pero existe debido al porcentaje de vacíos que queda dentro de la mezcla, es necesario eliminar ese aire incorporado naturalmente, a veces usa una vibradora y si no se cuenta con esa

herramienta se recomienda mezclar bien hasta eliminar esas burbujas de aire (Sánchez de Guzmán, 2001).

Agregado fino

Los agregados finos ocupan entre 30% a 35% de la mezcla total dentro de un concreto, el agregado fino se considera así porque pasan por un tamiz número 4, las arenas se pueden subdividir en 2 o 3 tamaños, el requerimiento de los tamaños de los agregados depende de cada área, es decir para tarrajeo se usa un tamaño y para una losa aligerada otro tamaño, también de acuerdo a la distribución de acero y separación de varillas (Ortega García, 2014).

Agregado grueso

Los agregados gruesos o grava suman entre 30% a 35% de la mezcla del hormigón, la calidad e concreto depende de cuan compacto se encuentran las gravas, se consideraba agregados gruesos son los que no pasan el tamiz 4, debería ser necesario realizar la granulometría de los agregados ya que existen diferentes tamaños de tamices donde se puede clasificar I, pero en obra generalmente esto no se cumple (Ortega García, 2014).

Aditivos

Se emplean para modificar las propiedades del hormigón estos aditivos pueden aportar nuevas características al concreto o en todo caso se usan de acuerdo a la zona, estos aditivos pueden ser reductores de agua, retardantes, acelerantes, pueden tener aire incorporado, colorantes, entre otros (Sánchez de Guzmán, 2001).

Fibras

Harmsen, (2005), explica que las fibras se han incorporado en la construcción civil hace mucho tiempo, generalmente se emplean en concreto premezclado, en pavimentos, estas fibras pueden ser de distintos materiales como: vidrio, plástico, acero, madera, cerámicos entre otros, las fibras deben ser de longitudes mínimamente de 6 mm a 150 mm y espesores de 0.005mm a 0.75 mm, se recomienda usar proporciones de 1%, se usan en proporciones pequeñas para que ayuden a que no se originen pequeñas fisuras en el concreto.

2.2.5. ENSAYO BARCELONA O ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

El ensayo de Barcelona, también conocido como ensayo de doble Punzonamiento, es un método de prueba estandarizado (norma española UNE-83515:2010) para caracterizar el hormigón reforzado con fibras (HRF). Se utiliza para determinar la resistencia a la tracción indirecta de este material, una propiedad crucial para evaluar su comportamiento bajo cargas de flexión y tracción (Gallegos, 2005).

Proceso de Ensayo

El procedimiento de ensayo implica el uso de una muestra cilíndrica con dimensiones de 150 mm de diámetro y 150 mm de altura. Esta muestra se somete a una fuerza compresiva aplicada gradualmente por medio de dos punzones que actúan a lo largo de su eje central de simetría. La carga se administra de manera controlada hasta que la muestra se fractura. Durante el ensayo, se registra la carga máxima que la muestra es capaz de soportar, y se analiza la naturaleza de la fractura resultante (Norma UNE-83515, 2010).

El ensayo comienza colocando un punzón en la parte superior de la muestra, alineado con su eje central. Otro punzón se sitúa en la parte inferior de la muestra, también alineado con su eje y en correspondencia con el punzón superior. Se aplica una carga compresiva de manera gradual y controlada a ambos punzones. Se registra cuidadosamente tanto la carga aplicada como la deformación de la muestra durante todo el ensayo. El ensayo continúa hasta que la muestra se fractura, momento en el que se detiene el proceso y se registra la carga máxima alcanzada. El ensayo se considera finalizado cuando la carrera del pistón alcanza los 6 mm de desplazamiento desde el inicio del ensayo (Aire et al., 2007).

Figura 3

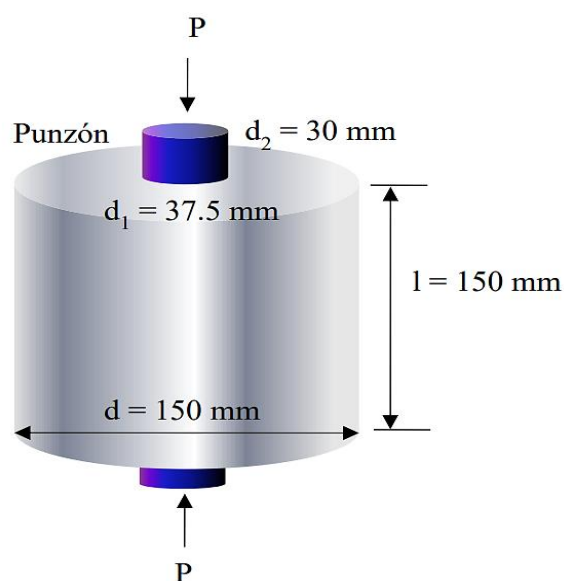
Ensayo Barcelona para especímenes de concreto



Nota: La imagen muestra el ensayo Barcelona. Fuente: Web researchgate.net (2023)
Cabe destacar que según la norma española UNE-83515:2010, nos menciona que para una probeta de concreto $F'c=210$ de 28 días de edad y con refuerzo de fibras, los parámetros para la resistencia a la tracción varían de entre 1,8 a 3 MPa (Norma UNE-83515, 2010).

Figura 4

Dimensiones de la probeta para ensayo Barcelona



Nota: Dimensiones de la probeta a ensayar por el método de ensayo Barcelona. Fuente: Aire y Aguilar, (2021).

2.2.6. NORMA UNE – 83515 ENSAYO BARCELONA

La norma UNE 83515 detalla el procedimiento y los requisitos para realizar el ensayo Barcelona con el fin de evaluar el concreto reforzado con fibras. El presente estudio tiene como objetivo principal caracterizar el comportamiento a fractura del hormigón mediante la determinación de su resistencia a la fisuración, tenacidad y resistencia residual a través de ensayos de doble Punzonamiento. Para la realización de los ensayos, se emplearán probetas cilíndricas de dos tipos: probetas moldeadas y testigos extraídos de estructuras existentes. Las dimensiones de las probetas moldeadas serán de 150 mm de altura y 150 mm de diámetro, así como probetas de 150 mm de altura y 300 mm de diámetro que serán seccionadas posteriormente para obtener una relación altura-diámetro (h/ϕ) de 1. Adicionalmente, se utilizarán testigos cilíndricos de 150 mm de diámetro, obtenidos directamente de estructuras reales. El procedimiento del ensayo incluye la preparación de las probetas, asegurando que tengan las dimensiones correctas y que las superficies de apoyo sean niveladas; el montaje de la probeta en la máquina de ensayo con los discos de carga y montaje correctamente alineados; La aplicación de la carga se realizó de forma uniforme a una velocidad de desplazamiento del pistón de la prensa de 0.5 ± 0.05 mm/min, el ensayo se consideró finalizado al alcanzar un desplazamiento circunferencial mínimo de 6 mm (Norma UNE-83515, 2010).

2.2.7. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012 PARA AGREGADOS

Se centra en determinar la distribución de tamaños de partículas que componen una muestra de arena, grava o piedra triturada (agregados) mediante el proceso de tamizado. Este ensayo es de gran importancia porque permite clasificar los agregados en categorías como fino, grueso o global en función del tamaño de sus partículas, controlar la calidad de los agregados utilizados en la producción de hormigón, mortero, mezclas asfálticas y otros materiales de construcción, y diseñar mezclas de hormigón, mortero, mezclas asfálticas y otros materiales de construcción con las propiedades deseadas. El procedimiento del ensayo se compone de los siguientes pasos: muestreo, preparación de

la muestra, que se seca y se tamiza para eliminar el polvo fino que pueda afectar los resultados; tamizado, en el cual la muestra preparada se tamiza a través de una serie de tamices con aberturas de tamaño decreciente; pesaje, donde se pesa la cantidad de material retenido en cada tamiz; cálculo del porcentaje retenido, calculando el porcentaje de material retenido respecto al peso total de la muestra original; elaboración de la curva granulométrica, creando una gráfica que representa el porcentaje retenido en función del tamaño de partícula de cada tamiz; y cálculo del módulo de finura, obteniendo un valor numérico que indica la finura de la gradación del agregado (NTP 400.012, 2001).

2.2.8. NORMA E.060 – DISEÑO DE MEZCLAS

El diseño de mezclas de acuerdo a la norma E.060 son alcanzar la resistencia a la compresión especificada en el proyecto, obtener una trabajabilidad adecuada del hormigón, lograr una durabilidad satisfactoria del hormigón, optimizar el uso de los materiales y minimizar el costo del hormigón.

El proceso de diseño de mezcla de concreto según la norma E.060 se puede dividir en los siguientes pasos: recopilación de información sobre los requisitos del proyecto, como la resistencia a la compresión deseada, la trabajabilidad requerida, la exposición ambiental y el tamaño máximo del agregado; selección de materiales adecuados, incluyendo el tipo de cemento, los agregados, el agua y los aditivos; dosificación preliminar de los materiales utilizando métodos empíricos o de diseño por mezclas patrón; ensayos de laboratorio para determinar las propiedades del hormigón fresco y endurecido con el fin de optimizar la dosificación de los materiales y garantizar el cumplimiento de los requerimientos de diseño. La documentación detallada del diseño de la mezcla, incluyendo los resultados de los ensayos. (Norma E.060, 2019)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Flexo tracción

Flexo tracción se da netamente en vigas, ya que las fuerzas que se presenta a lo largo de su vida estructural son perpendiculares a su eje, por tanto, tiende a doblarse generando una flexión, también se presentará la

tracción en la parte baja de la viga es por ello que las vigas se diseñan para soportar ambas cargas (Terán, 2015).

Esbeltez

Relación entre la altura de una estructura y su ancho. Esta medida indica cuán delgada o estilizada es una estructura. Una proporción de esbeltez más alta sugiere una estructura más delgada, mientras que una proporción más baja señala una estructura más robusta (Bernal, 2005).

Tenacidad

Propiedad física en los materiales, la tenacidad viene a ser la energía que se puede absorber de un material como deformaciones, su grado de tenacidad depende de su estructura molecular la tenacidad es la energía que tiene el cuerpo o el acero antes de romperse (Pérez y Gardey, 2010).

Parámetros

Datos que nos sirven para orientarnos o limitarnos ante una situación, los parámetros sirven para darnos una perspectiva de una situación, variables que nos pueden dar para resolver una ecuación (Pérez y Gardey, 2010).

Virutas

Desperdicios o láminas de desechos de cualquier superficie ya sea madera, metal, plástico, vidrio, estos desperdicios se originan debido a la misma industria donde muchas veces se tienen que cortar y que los materiales tengan formas y dimensiones exactas, estos desechos denominado viruta pueden ser usados en la elaboración de nuevos productos de acuerdo a los tipos de virutas que existan (Hernández, 2021).

Concreto Reforzado con Fibras (CRF)

Emplean fibras para optimizar las propiedades mecánicas del hormigón, muchas veces el concreto empieza a fisurarse y son las fibras las que contrarrestan, las fibras tienen dimensiones, mínimamente el ancho debe ser de 0mm a 0.3 mm, generalmente filamentos de acero se emplean en pavimentos flexibles evitando fisuras en las juntas (McCormac y Brown, 2011).

Acero Wirand

Tipo de filamentos de acero que se emplea para refuerzo en el concreto, son como hilos de acero, actúan como una armadura antes las fisuras, mejoran el comportamiento estructural, tiene una mejor calidad y durabilidad (Maccaferri, 2013).

Doble Punzonamiento

Técnica utilizada en pruebas de resistencia de materiales. En este caso, se emplean dos punzones para aplicar una carga a una probeta o muestra de material y evaluar su comportamiento bajo dicha carga. (Celada y Bieniawski, 2019).

Tracción indirecta

Forma de aplicar cargas a una estructura para evaluar su resistencia a la tracción. En lugar de aplicar la fuerza directamente en una dirección de tracción, como se haría típicamente, se utiliza una configuración que induce tracción indirecta en la estructura (Gallegos, 2005).

Punzones

Herramientas utilizadas en diversos campos, pero generalmente consisten en una barra cilíndrica o cónica con una punta afilada en un extremo y su función principal es perforar, marcar o deformar materiales mediante la aplicación de presión en un punto específico (Lenhert, 2021).

Deformación

Cambio en las dimensiones o en la forma de un objeto cuando se le aplican fuerzas externas. Esto puede incluir estiramiento, compresión, torsión o cualquier otra alteración física resultante de la presión ejercida sobre el objeto (Borie et al. 2008).

Carga compresiva

Fuerza que ejerce presión sobre un objeto, causando que se comprima y disminuya su longitud en la dirección en la que se aplica la fuerza. Este tipo de carga tiende a acortar y compactar el material sobre el cual actúa, reduciendo sus dimensiones longitudinales (Espejo y Hernández, 2017).

Fisuración

Consiste en la formación de grietas o fisuras dentro de un material o estructura. Este proceso puede darse en una amplia gama de materiales, incluyendo concreto, metal, plástico, madera y muchos otros. La aparición de estas grietas puede ser indicativa de tensiones internas, cargas excesivas, fatiga del material o condiciones ambientales adversas (Giachino y Weeks, 2023).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ho: La adición de filamentos de acero reciclado no tiene un impacto significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c= 210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023

Ha: La adición de filamentos de acero reciclado tiene un impacto significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c= 210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Ho: La adición de 1% de filamentos de acero reciclado no impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona.

Ha: La adición de 1% de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona.

Ho: La adición de 3% de filamentos de acero reciclado no impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona.

Ha: La adición de 3% de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona.

Ho: La adición de 5% de filamentos de acero reciclado no impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona.

Ha: La adición de 5% de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la tracción del hormigón (Ensayo Barcelona)

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Filamentos de acero recicladas

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	ESPECIFICACIONES
VARIABLE INDEPENDIENTE: Filamentos de acero recicladas.	Las fibras son minúsculos hilos de acero como limaduras, se caracterizan por ser distribuidas en la mezcla de concreto brindando una mayor resistencia frente a las fisuras, es por ellos que se emplean generalmente en pisos que soportan cargas considerables a lo largo de su vida útil (PSI, 2020).	La cantidad de filamentos de acero reciclado a incorporar en la mezcla de concreto se establecerá en función de un porcentaje determinado del peso seco de la mezcla. Para ello, se empleará una balanza de precisión para cuantificar la masa de fibras requerida.	- Adición del 1%, 3% y 5% de filamentos de acero reciclado respecto al peso seco de la mezcla del hormigón convencional.	- Kilogramos (Kg) Dimensiones de las fibras - Alambre negro recocado N° 16. - Largo 25mm	- Peso del 1%, 3% y 5% de filamentos de acero reciclado respecto al peso seco de la mezcla del hormigón convencional. -Alambre negro recocado N° 16. -Largo 25mm	- Norma Técnica Peruana 341.031

VARIABLE DEPENDIENTE: Resistencia a la tracción del hormigón	La resistencia a la tracción se caracteriza por ser menor que la resistencia a compresión, generalmente la tracción equivale de 8% a 15% del total de resistencia que alcanza a compresión (Harmsen, 2002).	La resistencia a la compresión se va obtener por medio del ensayo de Barcelona realizado en el laboratorio.	- Propiedades físicas del hormigón.	- Asentamiento. - Temperatura - Elaboración de las probetas. - Densidad.	- Pulg - °C - Cantidad - Kg/cm3	- ASTM C 143/MTC E 705 - ASTM C 1064:1999/MTC E 724 - Las probetas serán elaboradas bajo los parámetros del ensayo Barcelona. -ASTM C 642-21
			- Resistencia a la tracción de los bloques de concreto con 1%, 3% y 5% de filamentos de acero respecto al peso seco de la mezcla del concreto convencional.	- Resistencia a la tracción del hormigón ($f'_c=210$ kg/cm2)	- Kg/cm2	- Calculada según los criterios del ensayo Barcelona.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada se distingue por su enfoque práctico, dirigido a resolver problemas reales mediante el empleo del conocimiento científico y tecnológico disponible. Sus resultados deben ser útiles y aplicables a situaciones concretas, con un énfasis en la innovación para desarrollar soluciones novedosas. Esta investigación se guía por una metodología rigurosa que abarca la definición del problema, revisión de la literatura, recolección y análisis de datos, así como la formulación de conclusiones (Zapata y Lombana, 2023).

La investigación se centra en el impacto de filamentos de acero obtenidos a partir de material reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón. Se utiliza el ensayo Barcelona, considerado adecuado para evaluar este tipo de hormigón con fibras, para analizar su comportamiento y determinar las mejoras en la resistencia a la tracción que se pueden lograr mediante la incorporación de estas fibras recicladas.

3.1.1. ENFOQUE

El estudio se fundamenta en un método cuantitativo, que implica seguir una serie de pasos secuenciales para validar hipótesis. Es crucial completar cada fase antes de avanzar a la siguiente, lo que garantiza un análisis meticuloso. Aunque se permite ajustar algunas etapas, se conserva el orden general para asegurar la fiabilidad de los resultados (Hernández, 2018).

Mediante la aplicación del ensayo de tracción directa de Barcelona, se llevará a cabo un análisis cuantitativo para determinar si la adición de filamentos de acero reciclado produce un aumento significativo en la resistencia a la tracción del hormigón.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación explicativa tiene como objetivo comprender las relaciones causales entre variables, yendo más allá de la simple descripción para descubrir las causas y efectos de un fenómeno. Utilizando un enfoque cuantitativo que incluye métodos como

experimentos, análisis estadísticos y encuestas, se basa en la formulación de hipótesis, la recolección y el análisis de datos para establecer conexiones causales, lo que permite profundizar en el conocimiento de un tema y generar nuevo conocimiento (Carrasco Díaz, 2015).

El presente trabajo de investigación se enmarca dentro de un diseño experimental cuyo propósito es explorar la relación causal entre la dosificación de filamentos de acero reciclado y las propiedades mecánicas del hormigón, específicamente la resistencia a la tracción.

Se empleará el ensayo de tracción directa de Barcelona para cuantificar el efecto de la variable independiente sobre la variable respuesta.

3.1.3. DISEÑO

Un diseño cuasi experimental comparte similitudes con un experimento tradicional al involucrar la manipulación de una variable independiente y la medición de una variable dependiente. Sin embargo, a diferencia de los experimentos convencionales, no se realiza una asignación aleatoria de los participantes a los grupos de tratamiento y control. En su lugar, se emplean grupos de comparación para controlar el efecto de otras variables (Hernández Sampieri, 2018).

En el estudio, se ha manipulado la variable independiente porcentaje de filamentos de acero obtenidos a partir de material reciclado en tres niveles distintos: 1%, 3% y 5% del peso seco de la composición del hormigón. El objetivo primordial es evaluar el impacto de estas diferentes cantidades de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón.

La variable dependiente es la resistencia a la tracción del hormigón, medida a través del ensayo de Barcelona. A continuación, se presenta el diseño para la investigación:

NA G1:	X1	M1
NA G2:	X2	M2
NA G3:	X3	M3
NA G4:	__	M4

Donde:

NA: No aleatorio

G1, G2, G3: Especímenes de concreto con adición de filamentos de acero reciclado de 1%, 3% y 5% respecto del peso seco de la composición del hormigón.

G4: Especímenes de concreto sin adición de filamentos de acero reciclado.

X1, X2, X3: Intervención de la variable independiente (Adición de filamentos de acero obtenidos de material reciclado de 1%, 3% y 5% respecto de la composición del hormigón).

M1, M2, M3: Representan los valores de resistencia a la tracción obtenidos en el ensayo de Barcelona para los especímenes de concreto que contienen, respectivamente, 1%, 3% y 5% de filamentos de acero reciclado en relación al peso seco de la mezcla.

M4: Resultado del ensayo de resistencia a las fuerzas de tracción de los especímenes de concreto sin adición de filamentos de acero reciclado.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Consistirá en un total de 60 especímenes de concreto, los cuales serán sometidos a pruebas de laboratorio para evaluar su resistencia a esfuerzos de tracción utilizando el ensayo de Barcelona.

3.2.2. MUESTRA

La muestra de nuestra investigación es no probabilística, lo que significa que se eligen las ejemplares de acuerdo al criterio del investigador. Este criterio debe basarse en experiencias previas obtenidas a partir de diferentes investigaciones o en recomendaciones de literatura especializada en investigación.

Tabla 1*Tamaños mínimos de muestra según el nivel de investigación*

TIPO DE ESTUDIO	TAMAÑO MÍNIMO DE EJEMPLARES
Transeccional descriptivo o correlacional	30 casos por grupo o segmento del universo.
Encuesta a gran escala	100 casos para el grupo o segmento más importante del universo y de 20 a 50 casos para grupos menos importantes.
Causal	15 casos por variable independiente.
Experimental o cuasi experimental	15 por grupo.

Nota. Tamaños mínimos de la muestra no probabilística. Fuente: Hernández et al., (2010)

Tabla 2*Descripción de la muestra seleccionada*

DESCRIPCIÓN DE LOS ESPECIMENES PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	NÚMERO DE ESPECIMENES
Especímenes de concreto $f'c=210$ kg/cm ² de diámetro de 150 mm y 150 mm de altura, elaborados según la norma E-060.	15
Especímenes de concreto con 1% de filamentos de acero reciclado de diámetro de 150 mm y 150 mm de altura.	15
Especímenes de concreto con 3% de filamentos de acero reciclado de diámetro de 150 mm y 150 mm de altura.	15
Especímenes de concreto con 5% de filamentos de acero reciclado de diámetro de 150 mm y 150 mm de altura.	15
TOTAL=	60

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

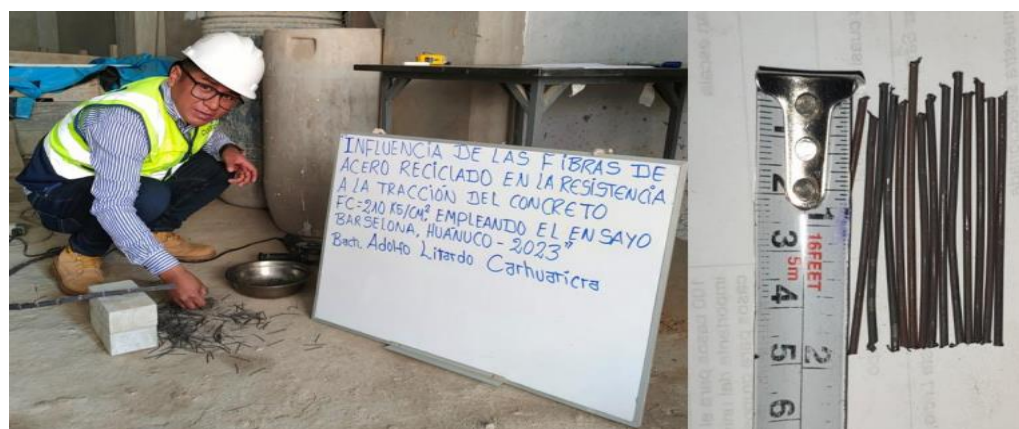
En el marco de nuestra investigación sobre la resistencia a la tracción indirecta del hormigón modificado con fibras, se empleó la técnica de observación directa como método principal de recolección de datos. Esta técnica ofrece la ventaja de obtener información de primera mano y en tiempo real, permitiendo una recopilación precisa y detallada de los resultados obtenidos durante los ensayos.

Para la realización de los experimentos, se emplearon fichas especialmente diseñadas para registrar los resultados de los ensayos de resistencia a los esfuerzos de tracción indirecta o ensayo Barcelona del hormigón, lo cual facilitó la organización y la evaluación de los datos recolectados, asegurando la exactitud de la información recopilada. Además, se utilizaron diversas herramientas especializadas en el laboratorio para llevar a cabo los ensayos de manera eficaz y precisa. Estas herramientas incluyeron mallas granulométricas para la clasificación de los agregados, una balanza electrónica para la medición precisa de los materiales y aditivos, moldes específicos para la preparación de las ejemplares de concreto, y una máquina de ensayo a tracción para evaluar la resistencia de las ejemplares. Asimismo, se emplearon mezcladoras para homogeneizar los materiales, espátulas para manipular las ejemplares, cronómetros para controlar el tiempo de fraguado, y termómetros para monitorear la temperatura durante el proceso de curado. La combinación de estas herramientas junto con la técnica de observación directa permitió obtener datos confiables e información detallada necesaria para analizar la resistencia del hormigón modificado con filamentos, lo cual contribuyó significativamente al avance del conocimiento en este ámbito.

Para empezar los ensayos primero seleccionamos y ordenamos los materiales para la elaboración de las ejemplares, empezando con la selección de filamentos de acero.

Figura 5

Se recolectarán filamentos de acero



Nota. Se trazarán las fibras de alambre a cada 5 cm.

Figura 6

Pesaje de filamentos de acero y selección de los agregados para la elaboración de las probetas



Figura 7

Pesaje de los agregados gruesos y finos



Figura 8

Determinación del peso del cemento y la cantidad de agua para la mezcla



Figura 9

Realización de la mezcla para el experimento teniendo en cuenta la norma ACI 211



Figura 10

Uso del trompo mezclador para realizar la mezcla homogénea que consta de agregados, cemento, agua y filamentos de acero recicladas



Figura 11

Curado de las probetas con adición de 1%, 3% y 5% de las fibras recicladas de acero



Figura 12

Probetas patrón, con adición de 1%, 3% y 5% para el ensayo Barcelona después de su curado por 28 días



Figura 13

Ensayo Barcelona o también llamado ensayo de doble Punzonamiento para las probetas patrón



Figura 14

Ensayo Barcelona o también llamado ensayo de doble Punzonamiento para las probetas con adición de filamentos de acero reciclado en porcentajes 1%, 3% y 5%



Figura 15

Ficha de laboratorio sin adición de filamentos de acero reciclado



Resultado del ensayo de resistencia a la tracción indirecta de los testigos de concreto a los 28 días de curado (patrón).

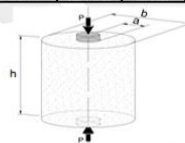
ENSAYO	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
NORMA	UNE 83515
PROYECTO	TESIS "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECIKLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUANUCO - 2023"
SOLICITA	BACH ADOLFO LITARDO CARHUARICRA
FECHA	ENERO - 2024
EQUIPO	PRESA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES				f'ct
							DIAMETRO "a" (mm)	ALTO "h" (mm)	DIAMETRO DEL DISCO "a" (mm)	AREA (mm ²)	
M-1	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	125.34 kn	12.776.76 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.13 kg/cm ²
M-2	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.55 kn	12.900.10 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.44 kg/cm ²
M-3	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.34 kn	12.878.70 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.39 kg/cm ²
M-4	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	124.88 kn	12.729.87 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.02 kg/cm ²
M-5	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.44 kn	12.888.89 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.42 kg/cm ²
M-6	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.11 kn	12.855.25 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.33 kg/cm ²
M-7	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	125.64 kn	12.807.34 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.21 kg/cm ²
M-8	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	124.76 kn	12.717.84 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	31.99 kg/cm ²
M-9	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.33 kn	12.877.88 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.35 kg/cm ²
M-10	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	123.89 kn	12.628.95 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	31.76 kg/cm ²
M-11	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	125.79 kn	12.822.63 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.25 kg/cm ²
M-12	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.77 kn	12.922.53 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.56 kg/cm ²
M-13	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	125.67 kn	12.810.40 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.22 kg/cm ²
M-14	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.49 kn	12.893.99 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.43 kg/cm ²
M-15	0%	12/12/2023	05/05/2023	28 días	124.91 kn	12.735.93 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.02 kg/cm ²

$$f'_{ct} = 9 \cdot \frac{4P_f}{\pi \cdot a \cdot h}$$

Donde:

- f'ct : Carga Unitaria de Fisuración
- Pf : Carga que produce la fisuración
- h : altura de la probeta
- a : diámetro del disco de aplicación de la carga
- b : diámetro de la probeta



f'c promedio = 32.23 kg/cm²

Nov República Mexicana
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 218972

OBREGÓN ESPINOZA GINO
LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Figura 16

Resultado del ensayo de resistencia a la tracción indirecta de los testigos de concreto con adición del 1% de filamentos de acero a los 28 días de curado



Figura 17

Resultado del ensayo de resistencia a la tracción indirecta de los testigos de concreto con adición del 3% de filamentos de acero a los 28 días de curado

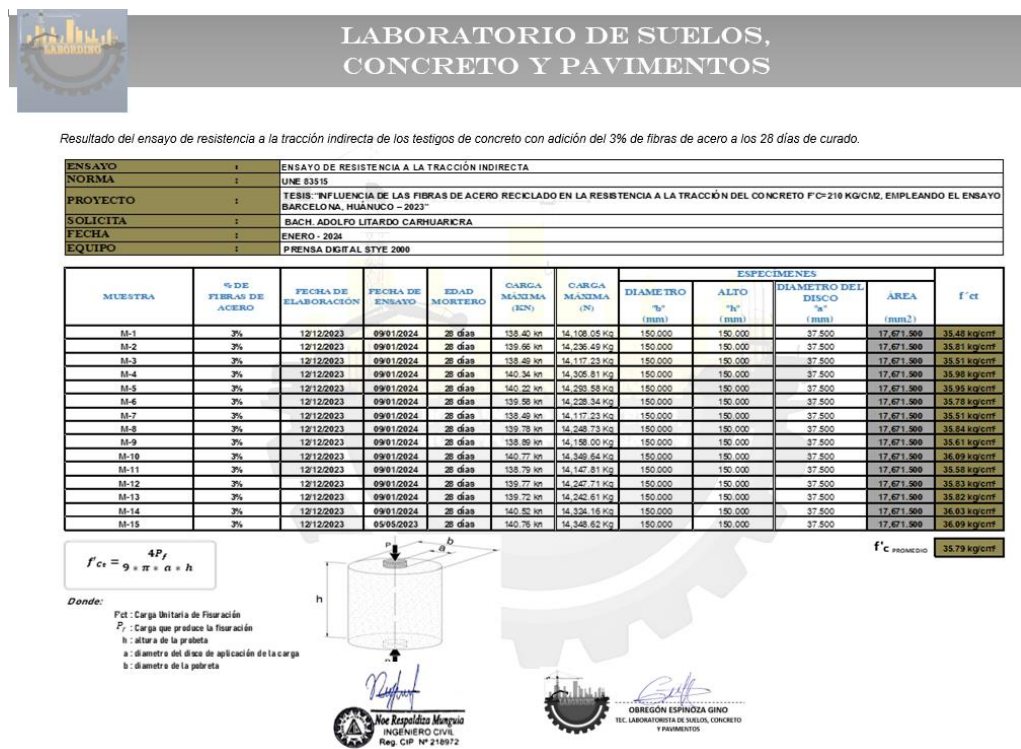


Figura 18

Resultado del ensayo de resistencia a la tracción indirecta de los testigos de concreto con adición del 5% de filamentos de acero a los 28 días de curado



3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

El programa Excel se ha empleado para la organización y evaluación del conjunto de datos concernientes a la resistencia a las fuerzas de tracción del mortero de concreto. Esta aplicación informática simplifica la interpretación estadística descriptiva de los resultados, lo que posibilita obtener medidas como la media, la mediana, la moda, la desviación estándar, el rango, la varianza, entre otros indicadores pertinentes. De esta manera, se facilita una mejor comprensión del comportamiento del mortero, así como la comparación entre distintos tipos de mezclas o condiciones de ensayo.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Se ha empleado el software SPSS v.26 para llevar a cabo el análisis y la interpretación de los datos, también conocido como contraste de hipótesis. Esta aplicación informática posibilita la realización de diversos análisis estadísticos, incluyendo pruebas t, ANOVA, regresión lineal y análisis factorial. De este modo, se pueden poner a prueba las hipótesis formuladas en la investigación y determinar si existen discrepancias significativas entre las variables investigadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta sección, se empleó la estadística descriptiva para analizar los datos, utilizando gráficos de barras para mejorar su comprensión. Estos gráficos ofrecieron una representación visual clara de las tendencias y patrones en los datos, lo que facilitó su interpretación. Además, se calcularon las medias de cada tipo de muestra estudiada. Este enfoque metodológico permitió una exploración exhaustiva de los datos recopilados, sentando así las bases para el análisis y la interpretación de los resultados del estudio.

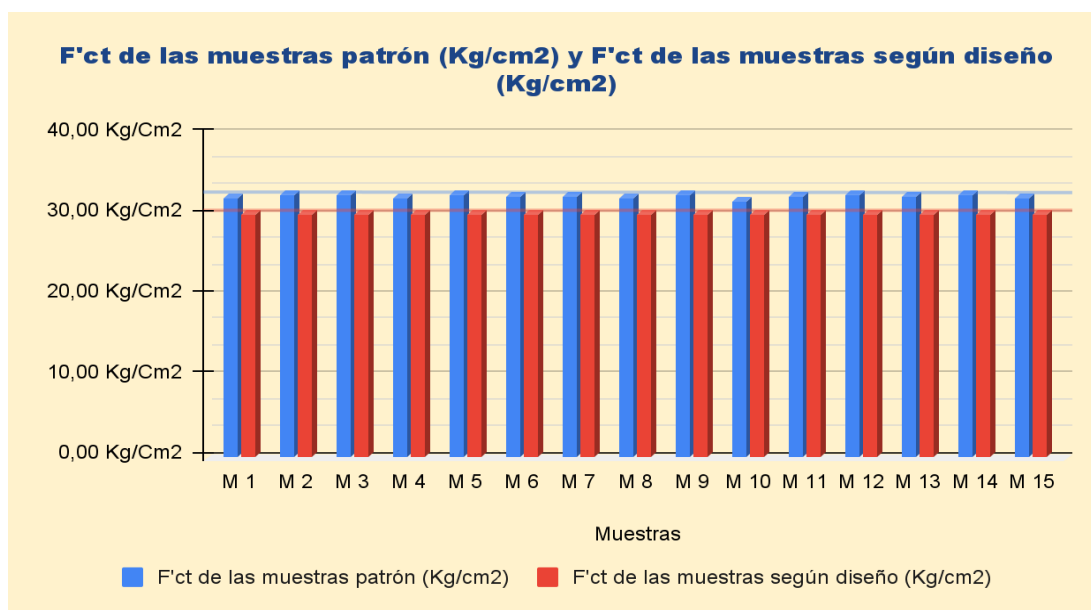
Tabla 3

Resultado de datos de la resistencia a la tracción según diseño y de las ejemplares patrón

Cantidad de muestras	F'ct de los ejemplares patrón (Kg/cm ²)	F'ct de los ejemplares según diseño (Kg/cm ²)
M 1	32,13 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 2	32,44 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 3	32,39 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 4	32,02 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 5	32,42 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 6	32,33 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 7	32,21 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 8	31,99 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 9	32,39 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 10	31,76 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 11	32,25 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 12	32,50 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 13	32,22 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 14	32,43 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²
M 15	32,02 Kg/cm ²	30,00 Kg/cm ²

Figura 19

Comparación de la resistencia a la tracción patrón y resistencia a la tracción según diseño



Interpretación:

De la figura se aprecia que el mayor valor obtenido para la tenacidad a la tracción de los ejemplares patrón sin incorporación de filamentos de acero reciclado es de 32,50 kg/cm² y para los datos de la resistencia a la tracción de la muestra de concreto según su diseño, su valor es 30,00 Kg/cm².

Tabla 4

Resultado de las medias para los datos de resistencia a la tracción de las ejemplares patrón y para las ejemplares según diseño

Media	Valor
F'ct de las ejemplares patrón	32,23 Kg/cm ²
F'ct de las ejemplares según diseño	30,00 Kg/cm ²

Interpretación:

En la tabla se aprecia que la media para la resistencia tracción de las probetas estándar sin incorporación de filamentos de acero reciclado es de 32,23 Kg/cm², mientras que la media para la resistencia a la tracción de las probetas según el diseño es de 30,00 Kg/cm². Al comparar estas medias, se puede observar que las ejemplares patrón son ligeramente más robustas en cuanto a la resistencia a la tracción, en comparación con las ejemplares según diseño.

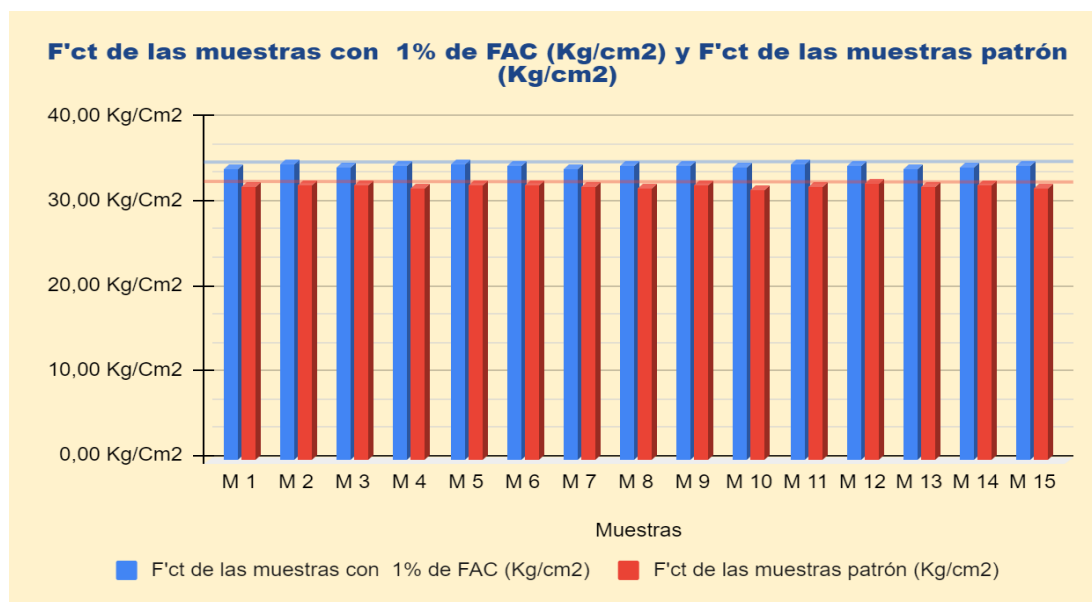
Tabla 5

Resultado de los datos para la resistencia a la tracción con 1% de filamentos de acero reciclado y para las ejemplares patrón

Cantidad de muestras	F'ct de las ejemplares con 1% de FAC (Kg/cm ²)	F'ct de las ejemplares patrón (Kg/cm ²)
M 1	34,20 Kg/cm ²	32,13 Kg/cm ²
M 2	34,78 Kg/cm ²	32,44 Kg/cm ²
M 3	34,47 Kg/cm ²	32,39 Kg/cm ²
M 4	34,73 Kg/cm ²	32,02 Kg/cm ²
M 5	34,77 Kg/cm ²	32,42 Kg/cm ²
M 6	34,60 Kg/cm ²	32,33 Kg/cm ²
M 7	34,33 Kg/cm ²	32,21 Kg/cm ²
M 8	34,58 Kg/cm ²	31,99 Kg/cm ²
M 9	34,72 Kg/cm ²	32,39 Kg/cm ²
M 10	34,52 Kg/cm ²	31,76 Kg/cm ²
M 11	34,80 Kg/cm ²	32,25 Kg/cm ²
M 12	34,70 Kg/cm ²	32,50 Kg/cm ²
M 13	34,29 Kg/cm ²	32,22 Kg/cm ²
M 14	34,53 Kg/cm ²	32,43 Kg/cm ²
M 15	34,73 Kg/cm ²	32,02 Kg/cm ²

Figura 20

Comparación de la resistencia a la tracción patrón (Kg/cm²) y la resistencia a la tracción con 1% de filamentos de acero reciclado (Kg/cm²)



Interpretación:

De la figura se aprecia que el mayor valor obtenido para la resistencia a la tracción de las probetas patrón sin adición de filamentos de acero reciclado es de 32,50 Kg/cm² y para los datos de la resistencia a la tracción de las probetas de concreto con 1% de filamentos de acero reciclado, su mayor valor es 34,80 Kg/cm².

Tabla 6

Resultado de las medias para los datos de resistencia a la tracción de las probetas patrón y para las probetas con 1% de filamentos de acero reciclado

Media	Valor
F'ct de las ejemplares patrón	32,23 Kg/cm ²
F'ct de las ejemplares con 1% de FAC (Kg/cm ²)	34,58 Kg/cm ²

Interpretación:

La tabla indica que la dosificación de un 1% de filamentos de acero reciclado en la mezcla de concreto produce un aumento estadísticamente significativo en la resistencia a la tracción, alcanzando un valor medio de 34,58 Kg/cm², superior al valor medio de 32,23 Kg/cm² registrado en las probetas de referencia. Al comparar estas medias, se puede inferir que la incorporación del 1% de filamentos de acero reciclado tiene un impacto significativo en la tenacidad a la tracción en los ejemplares de concreto en comparación con las probetas patrón sin la adición de estos filamentos de acero reciclado.

Tabla 7

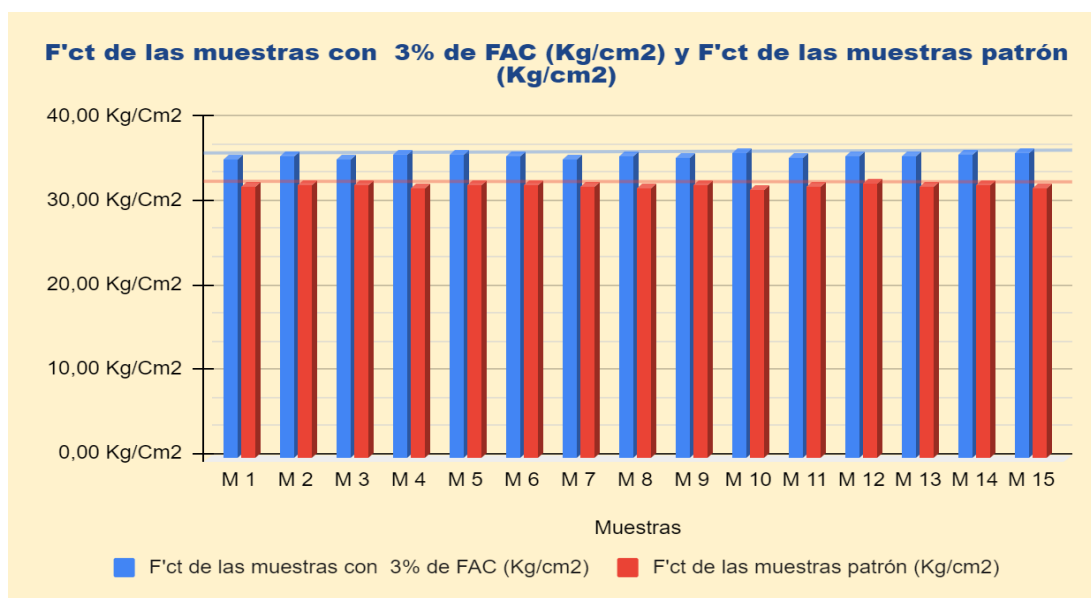
Resultado de los datos para la resistencia a la tracción con 3% de filamentos de acero reciclado y para las ejemplares patrón

Cantidad de muestras	F'ct de las ejemplares con 3% de FAC (Kg/cm²)	F'ct de las ejemplares patrón (Kg/cm²)
M 1	35,48 Kg/cm ²	32,13 Kg/cm ²
M 2	35,81 Kg/cm ²	32,44 Kg/cm ²
M 3	35,51 Kg/cm ²	32,39 Kg/cm ²
M 4	35,98 Kg/cm ²	32,02 Kg/cm ²
M 5	35,95 Kg/cm ²	32,42 Kg/cm ²
M 6	35,78 Kg/cm ²	32,33 Kg/cm ²
M 7	35,51 Kg/cm ²	32,21 Kg/cm ²
M 8	35,84 Kg/cm ²	31,99 Kg/cm ²
M 9	35,61 Kg/cm ²	32,39 Kg/cm ²
M 10	36,09 Kg/cm ²	31,76 Kg/cm ²
M 11	35,58 Kg/cm ²	32,25 Kg/cm ²
M 12	35,83 Kg/cm ²	32,50 Kg/cm ²
M 13	35,82 Kg/cm ²	32,22 Kg/cm ²
M 14	36,03 Kg/cm ²	32,43 Kg/cm ²
M 15	36,09 Kg/cm ²	32,02 Kg/cm ²

Nota. Filamentos de acero Reciclado (FAC)

Figura 21

Comparación de la resistencia a la tracción patrón (Kg/cm²) y la resistencia a la tracción con 3% de filamentos de acero reciclado (Kg/cm²)



Nota. Filamentos de acero Reciclado (FAC)

Interpretación:

De la figura se aprecia que el valor máximo de resistencia a la tracción para las probetas patrón fue de 32,50 Kg/cm², mientras que para las probetas con un 3% de filamentos de acero reciclado se alcanzó un valor máximo de 36,09 Kg/cm².

Tabla 8

Resultado de los valores medios de resistencia a la tracción obtenidos para las probetas patrón y aquellas con un 3% de filamentos de acero reciclado

Media	Valor
F'ct de las ejemplares patrón	32,23 Kg/cm ²
F'ct de las ejemplares con 3% de FAC (Kg/cm ²)	35,79 Kg/cm ²

Nota. Filamentos de acero Reciclado (FAC)

Interpretación:

La tabla indica que la incorporación de un 3% de filamentos de acero reciclado en las muestras de concreto produjo un incremento significativo en la resistencia a la tracción, alcanzando un valor promedio de 35,79 Kg/cm², en comparación con los 32,23 Kg/cm² registrados en las muestras de control. Al comparar los resultados de ambas series de muestras, se concluye que la incorporación de filamentos de acero reciclado ha permitido obtener un aumento considerable en la resistencia a la tracción del hormigón.

Tabla 9

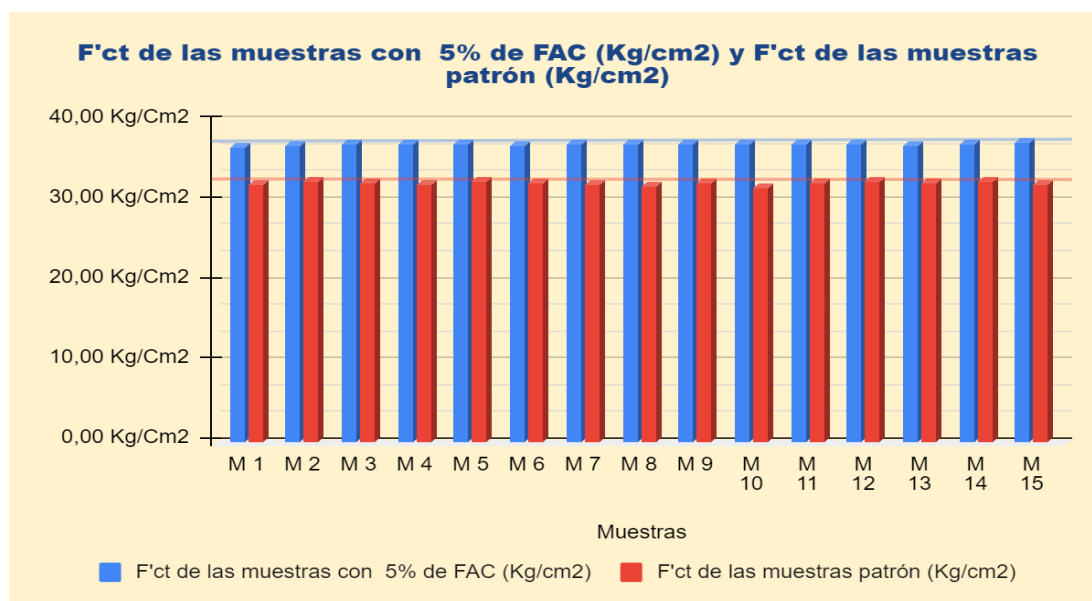
Resultado de los datos para la resistencia a la tracción con 5% de filamentos de acero reciclado y para las ejemplares patrón

Cantidad de muestras	F'ct de las ejemplares con 5% de FAC (Kg/cm ²)	F'ct de las ejemplares patrón (Kg/cm ²)
M 1	36,74 Kg/cm ²	32,13 Kg/cm ²
M 2	37,04 Kg/cm ²	32,44 Kg/cm ²
M 3	37,21 Kg/cm ²	32,39 Kg/cm ²
M 4	37,06 Kg/cm ²	32,02 Kg/cm ²
M 5	37,23 Kg/cm ²	32,42 Kg/cm ²
M 6	36,86 Kg/cm ²	32,33 Kg/cm ²
M 7	37,13 Kg/cm ²	32,21 Kg/cm ²
M 8	37,22 Kg/cm ²	31,99 Kg/cm ²
M 9	37,09 Kg/cm ²	32,39 Kg/cm ²
M 10	37,22 Kg/cm ²	31,76 Kg/cm ²
M 11	37,23 Kg/cm ²	32,25 Kg/cm ²
M 12	37,13 Kg/cm ²	32,50 Kg/cm ²
M 13	36,86 Kg/cm ²	32,22 Kg/cm ²
M 14	37,23 Kg/cm ²	32,43 Kg/cm ²
M 15	37,27 Kg/cm ²	32,02 Kg/cm ²

Nota. Filamentos de acero Reciclado (FAC)

Figura 22

Comparación de la resistencia a la tracción patrón (Kg/cm²) y la resistencia a la tracción con 5% de filamentos de acero reciclado (Kg/cm²)



Nota. Filamentos de acero Reciclado (FAC)

Interpretación:

De la figura se aprecia que la resistencia a la tracción máxima alcanzada por las muestras de concreto sin refuerzo de filamentos de acero reciclado fue de 32,50 Kg/cm². Por otro lado, las muestras que incorporaron un 5% de

filamentos de acero reciclado mostraron un valor máximo de resistencia a la tracción de 37,27 Kg/cm².

Tabla 10

Resultado de las medias para los datos de resistencia a la tracción de las probetas patrón y para las probetas con 5% de filamentos de acero reciclado

Media	Valor
F'ct de las ejemplares patrón	32,23 Kg/cm ²
F'ct de las ejemplares con 5% de FAC (Kg/cm ²)	37,10 Kg/cm ²

Nota. Filamentos de acero Reciclado (FAC)

Interpretación:

La tabla indica que la incorporación de un 5% de filamentos de acero reciclado en las probetas de concreto incrementa significativamente la resistencia a la tracción promedio, alcanzando un valor de 37,10 Kg/cm² en comparación con los 32,23 Kg/cm² registrados en las probetas patrón. Al comparar estas medias, se puede inferir que la inclusión del 5% de filamentos de acero reciclado tiene un impacto significativo en la resistencia a la tracción en las ejemplares de concreto frente a las probetas sin la adición de estos filamentos de acero reciclado.

Tabla 11

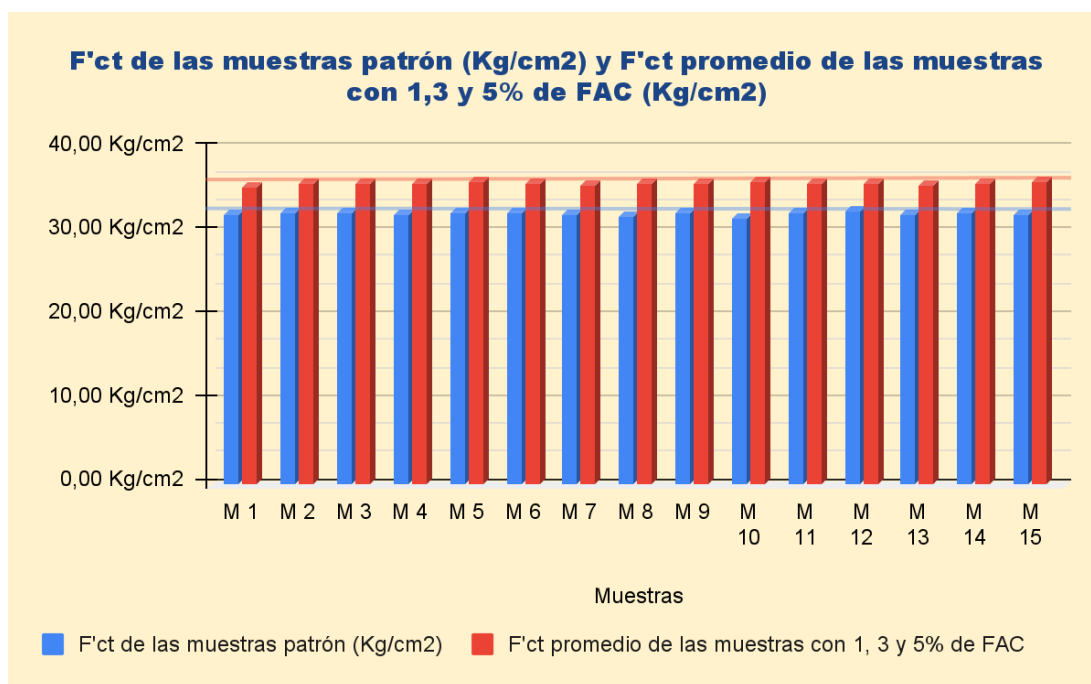
Resultado de los datos para la resistencia a la tracción con 1%, 3% y 5% de filamentos de acero reciclado y para las ejemplares patrón

Cantidad de muestras	F'ct de las ejemplares patrón (Kg/cm²)	F'ct promedio de las ejemplares con 1, 3 y 5% de FAC (Kg/cm²)
M 1	32,13 Kg/cm ²	35,48 Kg/cm ²
M 2	32,44 Kg/cm ²	35,87 Kg/cm ²
M 3	32,39 Kg/cm ²	35,73 Kg/cm ²
M 4	32,02 Kg/cm ²	35,92 Kg/cm ²
M 5	32,42 Kg/cm ²	35,98 Kg/cm ²
M 6	32,33 Kg/cm ²	35,75 Kg/cm ²
M 7	32,21 Kg/cm ²	35,65 Kg/cm ²
M 8	31,99 Kg/cm ²	35,88 Kg/cm ²
M 9	32,39 Kg/cm ²	35,80 Kg/cm ²
M 10	31,76 Kg/cm ²	35,95 Kg/cm ²
M 11	32,25 Kg/cm ²	35,87 Kg/cm ²
M 12	32,50 Kg/cm ²	35,89 Kg/cm ²
M 13	32,22 Kg/cm ²	35,66 Kg/cm ²
M 14	32,43 Kg/cm ²	35,93 Kg/cm ²
M 15	32,02 Kg/cm ²	36,03 Kg/cm ²

Nota. Filamentos de acero Reciclado (FAC)

Figura 23

Comparación de la resistencia a la tracción patrón (Kg/cm²) y la resistencia a la tracción con 1%, 3% y 5% de filamentos de acero reciclado (Kg/cm²)



Nota. Filamentos de acero Reciclado (FAC)

Interpretación:

De la figura se aprecia que los datos obtenidos indican que la dosificación óptima de filamentos de acero reciclado, dentro del rango evaluado (1%, 3% y 5%), se encuentra en el 5%, ya que este contenido permitió alcanzar el valor promedio más elevado de resistencia a la tracción, con un valor de 36,03 Kg/cm², superior en un 10,86% al valor máximo registrado en las muestras de referencia (32,50 Kg/cm²).

Tabla 12

Resultado de las medias para los datos de resistencia a la tracción de las probetas patrón y para las probetas con 1%, 3% y 5% de filamentos de acero reciclado

Media	Valor
F'ct de las ejemplares patrón	32,23 Kg/cm ²
F'ct promedio de las ejemplares con 1%, 3% y 5% de FAC.	35,83 Kg/cm ²

Nota. Filamentos de acero Reciclado (FAC)

Interpretación:

Al analizar la tabla los resultados obtenidos evidencian un aumento considerable en la resistencia a la tracción del hormigón al incorporar filamentos de acero reciclado. El valor promedio de resistencia a la tracción

para las muestras con fibras (35,83 Kg/cm²) superó significativamente al de las muestras de control (32,23 Kg/cm²), lo que demuestra el efecto positivo de este refuerzo en las propiedades mecánicas del material.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

El contraste de las hipótesis se ha realizado empleando el programa estadístico SPSS.

Para la hipótesis general:

HG: La adición de filamentos de acero reciclado tiene un impacto significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023.

H0: La adición de filamentos de acero reciclado no tiene un impacto significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis general:

Tabla 13

Prueba de normalidad para los datos de F'_{ct} promedio de las ejemplares con 1%, 3% y 5% de FAC y para los datos de la F'_{ct} de las ejemplares patrón

	PRUEBAS DE NORMALIDAD					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la tracción promedio con 1, 3 y 5% de FAC	,217	15	,055	,933	15	,303
Resistencia a la tracción para probetas patrón	,170	15	,200*	,922	15	,205

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Resistencia a tracción indirecta (F'_{ct}). Filamentos de acero reciclado (FAC)

Interpretación:

La tabla obtenida mediante el uso del software estadístico SPSS indica que, al examinar los valores relacionados con la capacidad de soporte a fuerzas de tracción de las ejemplares patrón, se observa un nivel de significancia de ($p=0,205 > 0,05$). Del mismo modo, al considerar la capacidad de soporte a fuerzas de tracción promedio de los ejemplares con 1%, 3% y 5% de filamentos de acero, se obtiene un valor de ($p=0,303 > 0,05$). Es importante destacar que ambos conjuntos de datos siguen una distribución normal, para lo cual se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, especialmente

indicada para ejemplares de tamaño reducido, como es el caso, dado que el tamaño muestral es inferior a 50. Al cumplirse el supuesto de normalidad en los datos analizados, se procede a realizar una prueba paramétrica adecuada para ejemplares relacionadas, como lo es la prueba de T Student.

Análisis inferencial para los datos de la hipótesis general:

Tabla 14

Prueba de T Student para los datos F'ct promedio de las ejemplares con 1%, 3% y 5% de FAC y para los datos de F'ct de las ejemplares patrón

PRUEBA DE EJEMPLARES EMPAREJADAS					
F'ct de las ejemplares patrón (Kg/cm ²) - F'ct promedio de las ejemplares con 1, 3 y 5% de FAC (Kg/cm ²)	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
	Inferior	Superior			
		-3,74246	-3,44288	-51,442	14

Nota. Resistencia a tracción indirecta (F'ct). Filamentos de acero reciclado (FAC)

Interpretación:

Basándonos en el análisis realizado a través del software estadístico SPSS, se llega a la conclusión de que se acepta la hipótesis alterna que sostiene que el añadido de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona. Este resultado se fundamenta en un contraste ($t=-51,442$; $p=0,001 < 0,05$).

Hipótesis específica 1:

HE1: La adición de 1% de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona.

HE0: La adición de 1% de filamentos de acero reciclado no impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 1:

Tabla 15

Prueba de normalidad para los datos de F'ct de las ejemplares con 1% de filamentos de acero y para los datos de F'ct de las ejemplares patrón

	PRUEBAS DE NORMALIDAD					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la tracción para probetas patrón	,170	15	,200*	,922	15	,205
Resistencia a la tracción con 1% de FAC	,196	15	,127	,901	15	,100

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Resistencia a tracción indirecta (F'ct). Filamentos de acero reciclado (FAC)

Interpretación:

La tabla obtenida mediante el uso del software estadístico SPSS indica que, al examinar los valores relacionados con la capacidad de soporte a fuerzas de tracción de las ejemplares patrón, se observa un nivel de significancia de ($p=0,205 > 0,05$). Del mismo modo, al considerar la capacidad de soporte a fuerzas de tracción promedio de los ejemplares con 1% de filamentos de acero, se obtiene un valor de ($p=0,100 > 0,05$). Es importante destacar que ambos conjuntos de datos siguen una distribución normal, para lo cual se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, especialmente indicada para ejemplares de tamaño reducido, como es el caso, dado que el tamaño muestral es inferior a 50. Al cumplirse el supuesto de normalidad en los datos analizados, se procede a realizar una prueba paramétrica adecuada para ejemplares relacionadas, como lo es la prueba de T Student.

Análisis inferencial para los datos de la hipótesis específica 1:

Tabla 16

Prueba de T Student para los datos de F'ct de las ejemplares con 1% de filamentos de acero y para los datos de F'ct de las ejemplares patrón

PRUEBA DE EJEMPLARES EMPAREJADAS					
F'ct de las ejemplares patrón (Kg/cm ²) - F'ct de las ejemplares con 1% de FAC (Kg/cm ²)	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
	Inferior	Superior			
	-2,49036	-2,20964	-35,909	14	,001

Nota. Resistencia a tracción indirecta (F'ct). Filamentos de acero reciclado (FAC)

Interpretación:

La hipótesis alternativa que postulaba un impacto positivo de la adición de un 1% de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón ha sido corroborada por los análisis estadísticos realizados mediante SPSS, utilizando como referencia probetas con una resistencia nominal de $f'c=210$ kg/cm² y sometidas al ensayo de Barcelona. Los resultados obtenidos muestran un valor de contraste ($t=-35,909$; $p=0,001<0,05$).

Hipótesis específica 2:

HE2: La adición de 3% de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona.

HE0: La adición de 3% de filamentos de acero reciclado no impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 2:

Tabla 17

Prueba de normalidad para los datos de $F'ct$ de las ejemplares con 3% de filamentos de acero y para los datos de $F'ct$ de las ejemplares patrón

PRUEBAS DE NORMALIDAD								
			Kolmogorov-Smirnov ^a		Shapiro-Wilk			
			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la tracción para probetas patrón			,170	15	,200*	,922	15	,205
Resistencia a la tracción con 3% de FAC			,140	15	,200*	,918	15	,180

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Resistencia a tracción indirecta ($F'ct$). Filamentos de acero reciclado (FAC)

Interpretación:

Los resultados obtenidos a través del software estadístico SPSS revelan que, al examinar los datos relacionados con la capacidad de soporte a fuerzas de tracción de las ejemplares patrón, se observa un nivel de significancia de ($p=0,205>0,05$). Asimismo, al considerar la capacidad de soporte a fuerzas de tracción de las ejemplares que contienen un 3% de filamentos de acero, se obtiene un valor de ($p=0,180>0,05$). Ambos conjuntos de datos muestran una

distribución normal, lo cual se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, seleccionada debido al tamaño reducido de las ejemplares, inferior a 50. Al verificarse el cumplimiento del supuesto de normalidad en los datos, se optó por aplicar una prueba paramétrica, concretamente la prueba t de Student para muestras relacionadas, con el fin de evaluar las diferencias entre los grupos.

Análisis inferencial para los datos de la hipótesis específica 2:

Tabla 18

Prueba de T Student para los datos de F'ct de las ejemplares con 3% de filamentos de acero y para los datos de F'ct de las ejemplares patrón

PRUEBA DE EJEMPLARES EMPAREJADAS					
F'ct de las ejemplares patrón (Kg/cm2) - F'ct de las ejemplares con 3% de FAC (Kg/cm2)	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
	Inferior	Superior			
	-3,75228	-3,36905	-39,856	14	,001

Nota. Resistencia a tracción indirecta (F'ct). Filamentos de acero reciclado (FAC).

Interpretación:

Basándonos en el análisis llevado a cabo mediante el software estadístico SPSS, se acepta la hipótesis alternativa que sugiere que la adición de 3% de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $F'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona. Los resultados obtenidos muestran un valor de contraste ($t=-39,856$; $p=0,001 < 0,05$).

Hipótesis específica 3:

HE3: La adición de 5% de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona.

HE0: La adición de 5% de filamentos de acero reciclado no impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 3:

Tabla 19

Prueba de normalidad para los datos de F'ct de las ejemplares con 5% de filamentos de acero y para los datos de F'ct de las ejemplares patrón

PRUEBAS DE NORMALIDAD						
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la tracción para probetas patrón	,170	15	,200*	,922	15	,205
Resistencia a la tracción con 5% de FAC	,214	15	,063	,842	15	,013

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Resistencia a tracción indirecta (F'ct). Filamentos de acero reciclado (FAC).

Interpretación:

La tabla obtenida mediante el uso del software estadístico SPSS indica que, al examinar los valores relacionados con la capacidad de soporte a fuerzas de tracción de las ejemplares patrón, se observa un nivel de significancia de ($p=0,205 > 0,05$). Del mismo modo, al considerar la capacidad de soporte a fuerzas de tracción promedio de las ejemplares con 5% de filamentos de acero, se obtiene un valor de ($p=0,013 < 0,05$). Es importante destacar que ambos conjuntos de datos siguen una distribución normal, para lo cual se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, especialmente indicada para ejemplares de tamaño reducido, como es el caso, dado que el tamaño muestral es inferior a 50.

Sin embargo, al no cumplirse el supuesto de normalidad en los datos analizados, se procede a realizar una prueba no paramétrica adecuada para ejemplares relacionadas, como lo es la prueba de Wilcoxon.

Análisis inferencial para los datos de la hipótesis específica 3:

Tabla 20

Prueba de Wilcoxon Student para los datos de F'ct de las ejemplares con 5% de filamentos de acero y para los datos de F'ct de las ejemplares patrón

RESUMEN DE PRUEBA DE HIPOTESIS			
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 La mediana de las diferencias entre F'ct de las ejemplares patrón (Kg/cm ²) y F'ct de las ejemplares con 5% de FAC (Kg/cm ²) es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para ejemplares relacionadas	,001	Rechazar la hipótesis nula

Nota. Resistencia a tracción indirecta (F'ct). Filamentos de acero reciclado (FAC).

Interpretación:

Basándonos en el análisis realizado a través del software estadístico SPSS, se llega a la conclusión de que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna en donde que la adición de 5% de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $F'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona. Este resultado se fundamenta en un contraste ($w=0,001 < 0,05$).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En este apartado se llevará a cabo una comparación entre los hallazgos obtenidos en la presente investigación y los resultados obtenidos en estudios previos. Esto permitirá contextualizar y evaluar cómo se relacionan los descubrimientos actuales con el cuerpo existente de conocimiento en el área de estudio. Mediante este análisis comparativo, se podrá identificar similitudes, diferencias y posibles tendencias que contribuyan a enriquecer la comprensión del tema investigado.

Inga & Paredes (2019). El autor realizó una investigación titulada Determinación de la correlación entre el ensayo de doble Punzonamiento y de flexión de viga para hormigones reforzados con fibra. Se destacan tres ensayos aplicados a los hormigones reforzados con fibras: flexo tracción de vigas, placas circulares y el ensayo de Barcelona de doble Punzonamiento. Se observaron variaciones del 12% y 16% para resistencias de 350 kg/cm² y 500 kg/cm² respectivamente. En nuestra investigación también realizamos el ensayo de Barcelona observando variaciones positivas de un 7,29%, 11,04% y 15,10% cuando se le agrega filamentos de acero a un concreto de diseño 210Kg/cm².

Mogrovejo (2019), investigó la relación entre el ensayo de doble Punzonamiento (EDP) y el ensayo de flexión de viga (EFV) como medidas de la tenacidad a la fractura del hormigón reforzado con fibras (HRF). Los resultados revelaron una correlación positiva entre el EDP y el EFV en la evaluación de la tenacidad a la fractura del HRF, siendo esta asociación más marcada en el caso del HRF con filamentos de acero en comparación con las de polipropileno o vidrio. Además, se encontró que el contenido de fibra y el tamaño de la muestra no impacta significativamente en la correlación entre ambos ensayos. El estudio empleó diferentes tipos de fibras, variando los niveles de contenido de fibra y utilizando dos tamaños distintos de muestra, incluyendo prismas y cilindros. En nuestro estudio también se agregaron fibras metálicas, acero específicamente, en donde también se observan mejoras con

respecto a las ejemplares sin filamentos de acero ($X=32,23 \text{ Kg/cm}^2$), donde el promedio de las ejemplares con filamentos de acero estudiadas es de ($X=35,83 \text{ Kg/cm}^2$).

Díaz (2023), en su investigación tuvo como objetivo principal evaluar cómo la incorporación de fibra sintética de polipropileno afecta la resistencia a la tracción del hormigón, determinando al mismo tiempo la dosis más efectiva de fibra para mejorar dicha resistencia. Los resultados obtenidos indicaron que la inclusión de fibra sintética de polipropileno resultó en un aumento en la resistencia a la tracción del hormigón. Se estableció que la dosis más efectiva de fibra fue del 0.6% del peso del cemento. Además, se observó una mejora en la trabajabilidad del hormigón y una reducción en la formación de fisuras debido a la presencia de la fibra. En nuestra investigación añadimos filamentos de acero en proporciones de 0%, 1%, 3% y 5% donde los resultados a los 28 días de edad fueron $32,23 \text{ Kg/cm}^2$, $34,58 \text{ Kg/cm}^2$, $35,79 \text{ Kg/cm}^2$ y $37,10 \text{ Kg/cm}^2$ respectivamente.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye que:

Para el objetivo general: Determinar el impacto de la adición de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción de concreto $F'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023. Se llega a la conclusión de que la adición de filamentos de acero reciclado influye significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $F'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023. Con un contraste estadístico inferencial de ($t=-51,442$; $p=0,001<0,05$).

Para el objetivo específico 1: Determinar el impacto al añadir 1% de fibra de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $F'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona. Se concluye que la adición de 1% de filamentos de acero reciclado influye significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $F'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona. Con un contraste estadístico inferencial de ($t=-35,909$; $p=0,001<0,05$).

Para el objetivo específico 2: Determinar el impacto al añadir 3% de fibra de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $F'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona. Se concluye que la adición de 3% de filamentos de acero reciclado influye significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $F'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona ($t=-39,856$; $p=0,001<0,05$).

Para el objetivo específico 3: Determinar el impacto al añadir 5% de fibra de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $F'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona. Se concluye que la adición de 5% de filamentos de acero reciclado influye significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón $F'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona ($w=0,001<0,05$).

RECOMENDACIONES

Se recomienda Investigar sobre la resistencia a la tracción utilizando diferentes tipos de fibras: Además de emplear filamentos de acero, es factible introducir una variedad de opciones adicionales como fibras de vidrio, polipropileno e incluso fibras naturales diversas como fibras de coco, bambú o incluso papel reciclado. La integración de estos materiales fibrosos fortalece la cohesión interna del compuesto y reduce la expansión de fisuras, lo cual se traduce en una posible mejora de la capacidad para resistir fuerzas a tracción. Este enfoque permitirá obtener una visión más detallada de las estrategias disponibles para aumentar la capacidad de soporte a fuerzas de tracción del hormigón.

Examinar el impacto a largo plazo de los factores climáticos en la resistencia y durabilidad del hormigón con filamentos de acero: Este tipo de estudio analizará cómo las condiciones climáticas influyen en la durabilidad a largo plazo del hormigón hecho con este tipo de fibra. Esto ayudaría a comprender mejor cómo el clima puede deteriorar un concreto con variaciones en su composición que con el tiempo permitiría desarrollar estrategias para mejorar su resistencia y longevidad.

Realizar otros ensayos complementarios, como el ensayo de flexión a tres puntos o el ensayo de tracción indirecta, para obtener una comprensión más completa del comportamiento del hormigón con filamentos de acero reciclado.

Desarrollar recomendaciones para el diseño de estructuras con concreto reforzado con filamentos de acero reciclado, considerando su resistencia a la tracción.

Proponer especificaciones técnicas para la producción y uso de concreto con filamentos de acero reciclado en la industria de la construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aire, C., & Aguilar, L. (2021). Ensayos de control del concreto lanzado con fibras en el túnel de la línea 12 del metro de la CDMX. *Revista ALCONPAT*.
- Aire, C., Molins, C., & Aguado, A. (2007). ENSAYO DE DOBLE PUNZONAMIENTO PARA CONCRETO REFORZADO CON FIBRA: EFECTO DEL TAMAÑO Y ORIGEN DE LA PROBETA. *Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo*.
- Alor Suarez, J. S., & Alfaro Paredes, J. C. (16 de Octubre de 2020). “Mejoramiento a la compresión, flexión y tracción del concreto con agregado grueso reciclado, fino natural y virutas de acero para el uso de viviendas en Lima Metropolitana”. Recuperado el Octubre de 2022, de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653421/Alor_SJ.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Bernal, J. R. (2005). *HORMIGO ARMADO:COLUMNAS (tapas en stock + cosido)*. Nobuko.
- Borie, A., Micheloni, P., Pinon, P., & Bordes Caballero, J. (2008). *Forma y deformación. De los objetos arquitectónicos y urbanos*. (J. R. Alonso Pereira, Trad.) Editorial Reverte.
- Carrasco Díaz, S. (2015). *Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. San Marcos.
- Carrillo, J., & Alcoter, S. (2016). *Muros de concreto reforzado con fibras de acero: Desempeño sismo-resistente basado en ensayos en mesa vibratoria*. Ecoe Ediciones.
- Diaz Tapia, J. (2023). Evaluación de la resistencia a la tracción del concreto empleando fibra sintética. Universidad Señor de Sipán.
- Dutscher Eishüttenleute, V. (2021). *El acero en la construcción. Volumen 2*. (J. Pinos Calvet, Trad.) Reverte.
- Espejo Mora, É., & Hernández Albañil, H. (2017). *Análisis de fallas de estructuras y elementos mecánicos*. Universidad Nacional de Colombia.

- Ferretería Líder. (2020). *Tipos De Acero Y Sus Aplicaciones - Ferreteria Líder*. Recuperado el 14 de Marzo de 2024, de Ferreteria Líder: <https://ferreterialider.com/tipos-de-acero-y-sus-aplicaciones/>
- Galeote Moreno, E., Aguado de Cea, A., & de la Fuente Antequera, A. (2016). Optimización del Control de Calidad para Hormigón con Fibras Mediante el Ensayo de Barcelona y el Método Inductivo. Recuperado el Octubre de 2022, de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/186384/OPTIMIZACION%20N+DEL+CONTROL+DE+CALIDAD+PARA+HORMIGO%20N+CON+FIBRAS+MEDIANTE+EL+ENSAYO+BARCELONA+Y+EL+ME%20TODO+INDUCTIVO.pdf?sequence=1>
- Gallegos Vargas, H. (2005). *Albañilería Estructural*. PUCP, Fondo Editorial.
- Giachino, J. W., & Weeks, W. (2023). *Técnica y práctica de la soldadura*. (J. M. Antuña García, Trad.) Reverte.
- Gonzales, L., de la Fuente, A., Sainz-Aja, J., & Thomas, C. (2022). Influencia del método de hormigonado en la distribución de macro-fibras metálicas en el hormigón vibrado. *Hormigón y Acero*.
- Harmsen, T. E. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado* (Cuarta ed.). PUCP, Fondo Editorial. Obtenido de https://books.google.com.do/books?id=Gr3Ga9__NB4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=true
- Hernández Sampieri, R. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, V. (24 de February de 2021). *Tipos de Virutas*. Recuperado el 23 de Octubre de 2022, de Laminas y Aceros: <https://blog.laminasyaceros.com/blog/tipos-de-virutas>
- Inga Bacuilima, D. F., & Paredes León, C. C. (2019). "Determinación de la correlación entre el ensayo de doble punzonamiento y de flexión de viga para hormigones reforzados con fibra". Cuenca, Ecuador. Recuperado el Octubre de 2022, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32282/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>

- Lenhert, R. (2021). *La construcción de herramientas*. (R. Lenhert, Ed., & C. Sáez De Magarola, Trad.) Reverte.
- Maccaferri. (2013). *Wirand®*. Recuperado el 23 de Octubre de 2022, de Maccaferri: <https://www.maccaferri.com/br/es/productos/fibras/wirand/>
- McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2011). *Diseño de concreto reforzado*. Alpha Editorial.
- Medina Sánchez, E. (2007). *Construcción de la Estructura de Hormigón Armado.(2E)*. Delta.
- Minchan Gonzales, R. A. (2021). "Evaluación de la Influencia de la Dosificación y Esbeltez de Fibras de Acero en los resultados del Ensayo de Barcelona del Concreto Reforzado con Fibras". Cajamarca, Perú. Recuperado el Octubre de 2022, de <http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/4470/Tesis%20Evaluacion%20de%20la%20influencia%20de%20la%20dosificacion%20y%20esbeltez%20de%20fibras%20de%20acero%20en%20los%20resultados%20del%20ensayo%20barcelona%20del%20concreto%20reforzado%20con%20fib>
- Miranda Centeno, C. A., & Rado Moreno., M. E. (25 de Octubre de 2019). Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac. Lima, Perú. Recuperado el Octubre de 2022, de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628106/Rado_MM.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Mogrovejo Carrasco, D. (2019). Determinación de la correlación entre el ensayo de doble punzonamiento y de flexión de viga para hormigones reforzados con fibra. Universidad de Cuenca.
- Norma E.060. (2019). Concreto Armado. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Norma UNE-83515. (2010). Hormigones con fibras. Determinación de la resistencia a fisuración, tenacidad y resistencia residual a tracción. Método Barcelona. Asociación Española de Normalización.
- Norma, 3. (19 de Setiembre de 2018). Barras de acero al carbono, corrugadas, para refuerzo de concreto armado. Lima, Perú: Dirección de

- normalización - INACAL. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/462667235/27953-NTP-341-031-pdf>
- Norma, E. (2019). *Concreto Armado*. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- NTP 400.012. (2001). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Perú: INDECOPI.
- Ortega García, J. E. (2014). *Diseño de estructuras de concreto armado. Tomo I* (Primera ed.). Editorial Macro. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=PwsvDgAAQBAJ&pg=PA157&dq=concreto+que+es&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiW4pGOxul6AhWeHrkGHanVDs4Q6AF6BAgMEAI#v=onepage&q=concreto%20que%20es&f=true>
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2010). *Definición de tenacidad - Qué es, Significado y Concepto*. Recuperado el 23 de Octubre de 2022, de Definición.de: <https://definicion.de/tenacidad/>
- Rueda Gonzales, D. E., & Florez Rodriguez, S. V. (2021). *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto seco de 4000 PSI (280 kg/cm²) reforzado con fibras de acero y pet, expuesto a temperaturas de 300°C a 500°C*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Sáez Bravo, J. A. (26 de Agosto de 2020). *Ensayo de Barcelona para especificar resistencia a tracción del shotcrete*. Santiago de Chile, Chile. Recuperado el Octubre de 2022, de https://issuu.com/ich_mkt/docs/3_javier_aparicio_metro_ensayo_barcelona
- Saludes Requena, S. (Marzo de 2006). *Ensayo de doble punzonamiento aplicado al hormigón reforzado con fibras (ensayo Barcelona)*. Barcelona, Catalunya, España. Recuperado el Octubre de 2022, de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3323>
- Sanchez de Guzman, D. (2001). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO* (Quinta ed.). Bhandar Editores. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA22&dq=concreto+componentes&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiRv->

iUxuL6AhU8HLkGHfC7AHUQ6AF6BAgGEAl#v=onepage&q=concreto
%20componentes&f=true

Sika Perú S.A. (Agosot de 2011). *Concreto Reforzado con Fibras*. Recuperado el 23 de Octubre de 2022, de https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6-f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras_Brochure.pdf

Soto Cueva, J. C. (2018). "Análisis de la Resistencia a la Tracción del Concreto de $f'c=210$ kg/cm² Reforzado con Fibras de Acero Huánuco 2016". Recuperado el Octubre de 2022, de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3497>

Starkov, I. (7 de November de 2022). *El acero en la industria: cómo de este metal depende el mundo tal y como lo conocemos - ferrosplanes*. Recuperado el 14 de Marzo de 2024, de Mecanizado industrial de tubo en Barcelona: <https://ferrosplanes.com/acero-industria/>

Téran, E. (29 de October de 2015). *DEFINICION DE TRACCIÓN Y FLEXO-TRACCION*. Recuperado el 23 de Octubre de 2022, de Flexion y Flexo-tracción en Estructuras de ACERO Y MADERA: <https://aceroymaderaflex.blogspot.com/2015/10/definicion-de-traccion-y-flexo-traccion.html>

Zapata Domínguez, Á., & Lombana Coy, J. (2023). *Guía práctica para elaborar proyectos de investigación aplicada en administración, gerencia y negocios*. Universidad del Norte.

CÓMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Litardo Carhuaricra, A. (2024). *Influencia de las fibras de acero reciclado en la resistencia a la tracción del concreto $f'c=210$ kg/cm², empleando el ensayo Barcelona, Huánuco – 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH.<http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “INFLUENCIA DE FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F’C=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO – 2023”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables					
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Independiente	Dimensiones	Indicadores	Escalas De Medición	Especificaciones	Metodología
PG: ¿Cómo impacta añadir filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón f’c= 210 kg/cm ² , empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023?	OG: Determinar el impacto de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón f’c= 210 kg/cm ² , empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco – 2023.	Ho: Filamentos de acero reciclado no impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón f’c= 210 kg/cm ² empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023. Ha: Filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción del hormigón f’c= 210 kg/cm ² empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023.	Filamento s de acero reciclado.	Adición del 1, 3, 5 % de filamentos de acero reciclado en las ejemplares de concreto.	Longitud Peso específico	Cm2 Kg/cm3	NTP 341.031	Enfoque: Enfoque cuantitativo. Alcance o nivel: Alcance explicativo. Diseño: Diseño cuasi experimental. Técnica de investigación: Observación Instrumentos:
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Escalas De Medición	Especificaciones	Ficha de laboratorio de

<p>PE1: ¿Cómo impacta añadir 1% de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón f'c= 210 kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023?</p>	<p>OE1: Determinar el impacto de añadir 1% de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón f'c= 210 kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023.</p>	<p>Ho: La elaboración del hormigón f'c= 210 kg/cm² con 1% de filamentos de acero reciclado no impacta significativamente en la resistencia a la tracción empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco – 2023.</p> <p>Ha: La elaboración del hormigón f'c= 210 kg/cm² con 1% de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023.</p>		<p>Resistencia a la tracción de especímenes de concreto con 1, 3, 5 %, de filamentos de acero reciclado.</p>		<p>Elaboración de las probetas</p>		<p>ensayo a tracción del hormigón.</p> <p>Población: La población va estar conformada por 60 especímenes de concreto, en estas están incluidos los ejemplares sin y con inserción de filamentos de acero reciclado.</p>
<p>PE2: ¿Cómo impacta añadir 3% de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón f'c= 210 kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023?</p>	<p>OE2: Determinar el impacto de añadir 3% de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón f'c= 210 kg/cm², empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023.</p>	<p>Ho: La elaboración del hormigón f'c= 210 kg/cm² con 3% de filamentos de acero reciclado no impacta significativamente en la resistencia a la tracción empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco – 2023.</p> <p>Ha: La elaboración del hormigón f'c= 210 kg/cm² con 3% de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023.</p>	<p>Resistencia a la tracción del hormigón</p>		<p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Resistencia a la tracción</p>	<p>Ensayo Barcelona</p>	<p>La muestra tomada es la no probabilística, en donde es un subconjunto de elementos</p>
<p>PE3: ¿Cómo impacta añadir 5%</p>	<p>OE3: Determinar el impacto de añadir</p>	<p>Ha: La elaboración del hormigón f'c= 210 kg/cm²</p>						

de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c= 210$ kg/cm ² , empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023?	5% de filamentos de acero reciclado en la resistencia a la tracción del hormigón $f'c= 210$ kg/cm ² , empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco - 2023.	con 3% de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco – 2023. Ho: La elaboración del hormigón $f'c= 210$ kg/cm ² con 5% de filamentos de acero reciclado no impacta significativamente en la resistencia a la tracción empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco – 2023. Ha: La elaboración del hormigón $f'c= 210$ kg/cm ² con 5% de filamentos de acero reciclado impacta significativamente en la resistencia a la tracción empleando el ensayo de Barcelona, Huánuco – 2023.	seleccionados de la población de interés sin utilizar un proceso de selección aleatorio.
---	--	---	--

ANEXO 2

INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATOS - FICHAS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Figura 36:
Contenido de Humedad – Agregado Grueso

PROYECTO	TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO – 2023"			
SOLICITA	BACH. ADOLFO LITARDO CARHUARICRA			
FECHA	ENERO DEL 2024			
CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD			
NORMA	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	25/09/2023	
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	25/09/2023	
AGREGADO GRUESO				
Descripción	ID	Ensayo N°		
		1	2	3
Peso Tara (g)	A	101.00	101.00	102.00
Peso Tara más muestra Húmeda (g)	B	537.00	517.00	535.00
Peso Tara más muestra Seca (g)	C	528.00	514.00	531.00
Peso muestra Húmeda - P_h (g), $D = B - A$	D	436.00	416.00	433.00
Peso muestra Seca - P_s (g), $E = C - A$	E	427.00	413.00	429.00
Peso del Agua (g), $F = B - C$	F	9.00	3.00	4.00
Contenido de Humedad (W%) = $\frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$	G	2.11%	0.73%	0.93%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		1.26%		



Noe Respaldiza Munguia
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 218972



OBREGON ESPINOZA GINO
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Figura 37:
Contenido de Humedad - Agregado Fino

PROYECTO	TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA	BACH. ADOLFO LITARDO CARHUARICRA
FECHA	ENERO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	08/12/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	08/12/2023

AGREGADO FINO

Descripción	ID	Ensayo N°		
		1	2	3
Peso Tara (g)	A	101.03	101.40	102.11
Peso Tara más muestra Húmeda (g)	B	538.12	518.14	534.16
Peso Tara más muestra Seca (g)	C	528.18	509.49	524.17
Peso muestra Húmeda - P_h (g), $D = B - A$	D	437.09	416.74	432.05
Peso muestra Seca - P_s (g), $E = C - A$	E	427.15	408.09	422.06
Peso del Agua (g), $F = B - C$	F	9.94	8.65	9.99
Contenido de Humedad (W%) $= \frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$	G	2.33%	2.12%	2.37%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		2.27%		


 **Noe Respaldiza Munguia**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 218972


 **OBREGÓN ESPINOZA GINO**
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Figura 38:
Granulometría – Agregado Fino

PROYECTO	: TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO – 2023"
SOLICITA	: BACH. ADOLFO LITARDO CARHUARICA
FECHA	: ENERO DEL 2024

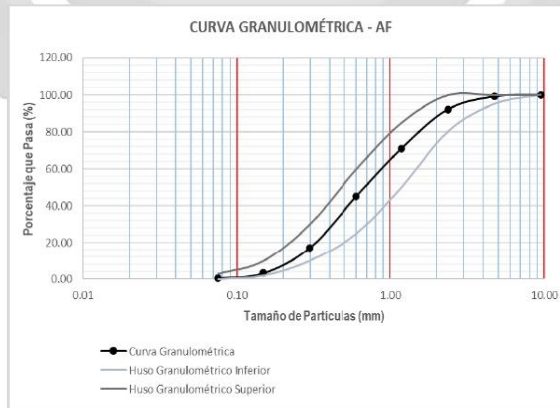
GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO

ENSAYO	GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO		
NORMA	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	08/12/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	08/12/2023

AGREGADO FINO		PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)			1,000.00 gr		
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	ARENA	ESPECIFICACIÓN	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	8.79	0.88	0.88	99.12	95	100
N° 8	2.36	70.55	7.06	7.93	92.07	80	100
N° 16	1.18	210.19	21.02	28.96	71.04	50	85
N° 30	0.60	257.77	25.78	54.73	45.27	25	60
N° 50	0.30	281.69	28.17	82.91	17.09	10	30
N° 100	0.15	138.17	13.82	96.72	3.28	2	10
N° 200	0.075	28.24	2.82	99.55	0.45	0	3
FONDO		4.51	0.45	100.00	0.00		
		999.91	100.00				

Error: 0.0091% → Ensayo Aceptado

Módulo de Finura Agregado Fino	2.72
$M.F. = \frac{\%ret. Acum\ malla\ (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$	



JR. Independencia N° 1900

Noe Respaldiza Munguia
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 218972



OBREGÓN ESPINOZA GINO
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Figura 39:
Granulometría – Agregado Grueso

PROYECTO	TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA	BACH. ADOLFO LITARDO CARHUARICRA
FECHA	ENERO DEL 2024

GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO

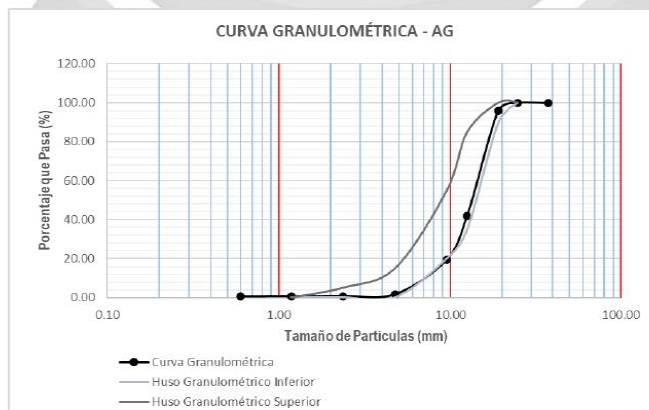
ENSAYO	GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO		
NORMA	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	08/12/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	08/12/2023

AGREGADO GRUESO		PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)			5,000.00 gr		
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	GRAVA	ESPECIFICACIÓN	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	206.17	4.13	4.13	95.87	90	100
1/2"	12.50	2,702.16	54.09	58.22	41.78	35	85
3/8"	9.50	1,121.11	22.44	80.66	19.34	20	55
N° 4	4.75	886.13	17.74	98.40	1.60	0	15
N° 8	2.36	42.18	0.84	99.24	0.76	0	5
N° 16	1.18	5.11	0.10	99.34	0.66	0	0
N° 30	0.60	3.51	0.07	99.41	0.59		
FONDO		29.27	0.59	100.00	0.00		
		4995.64	100.00				

Error: 0.0872% → Ensayo Aceptado

Módulo de Finura Agregado Grueso	6.81
$M.F. = \frac{\%ret.Acum.malla(N^{\circ}1\ 1/2" + N^{\circ}3/4" + N^{\circ}3/8" + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$	

Tamaño Máximo Nominal Agregado Grueso	3/4"
"Está dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% acumulado, o más del agregado grueso tamizado"	





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Figura 40:
Peso unitario y Vacíos de los agregados.

PROYECTO	TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA	BACH. ADOLFO LITARDO CARHUARICRA
FECHA	ENERO DEL 2024

PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS		
NORMA	MTC E203 / ASTM C29 / NTP 400.017		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	05/12/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	05/12/2023

Diámetro del Cilindro Metálico	23.00 cm
Altura del Cilindro Metálico	24.08 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

AGREGADO FINO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		< 1/2"	Volumen Molde	0.01000 m³
DESCRIPCIÓN	ID	UND	1	2	3	RESULTADOS
Peso del Molde + AF Compactado	A	kg	16.01	16.05	16.09	
Peso del Molde	B	kg	0.40	0.41	0.40	
Peso del AF Compactado, C = A - B	C	kg	16.21	16.44	16.49	
PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	D	kg/m³	1,620.25	1,642.74	1,648.33	1,637.10
Peso del Molde + AF Suelto	E	kg	15.39	15.60	15.45	
Peso del AF Suelto, F = E - B	F	kg	14.99	15.19	15.05	
PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	G	kg/m³	1,498.70	1,517.99	1,504.20	1,506.97

Diámetro del Cilindro Metálico	23.00 cm
Altura del Cilindro Metálico	24.08 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		3/4"	Volumen Molde	0.01000 m³
DESCRIPCIÓN	ID	UND	1	2	3	RESULTADO
Peso del Molde + AG Compactado	A	kg	15.45	15.52	15.57	
Peso del Molde	B	kg	0.40	0.41	0.40	
Peso del AG Compactado, C = A - B	C	kg	15.06	15.11	15.17	
PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	D	kg/m³	1,505.60	1,510.00	1,515.99	1,510.53
Peso del Molde + AG Suelto	E	kg	14.14	14.29	14.35	
Peso del AG Suelto, F = E - B	F	kg	13.74	13.88	13.95	
PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	G	kg/m³	1,373.36	1,387.05	1,396.95	1,385.79

Noe Rosales Murguía
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 216972

OBREGÓN ESPINOZA GINO
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Figura 41:
Gravedad específica y Absorción del Agregado Fino

PROYECTO	TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM ² , EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA	BACH. ADOLFO LITARDO CARHUARICRA
FECHA	ENERO DEL 2024

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF		
NORMA	MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	08/12/2023
UBICACION	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	08/12/2023

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

DESCRIPCION	ID	UND	1	2	3	RESULTADOS
Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo (P _{ss})	A	gr	500.00	500.00	500.00	
Peso del frasco + Agua hasta marca de 500ml	B	gr	653.00	651.00	653.00	
Peso del frasco + Agua + P _{ss} , C = A + B	C	gr	1,153.00	1,151.00	1,153.00	
Peso del frasco + P _{ss} + Agua hasta la marca de 500ml	D	gr	958.00	956.00	961.00	
Volumen de masa + Volumen de vacío, E = C - D	E	cm ³	195.00	195.00	192.00	
Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	F	gr	489.10	490.89	495.61	
Volumen de masa, G = E - (A - F)	G	cm ³	184.10	185.89	187.61	
PESO ESPECIFICO BULK (base seca) H = F / E	H	gr/cm ³	2.51	2.52	2.58	2.54
PESO ESPECIFICO (base saturada) I = A / E	I	gr/cm ³	2.56	2.56	2.60	2.58
PESO ESPECIFICO APARENTE (base seca) J = F / G	J	gr/cm ³	2.66	2.64	2.64	2.65
ABSORCION K = [(A - F) / F] * 100	K	%	2.23%	1.86%	0.89%	0.02



Noe Respaldo Murga
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 218972



OBREGON ESPINOZA GINO
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Figura 42:
Gravedad específica y Absorción del Agregado Grueso

PROYECTO	TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM ² , EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA	BACH. ADOLFO LITARDO CARHUARICRA
FECHA	ENERO DEL 2024

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AG

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AG		
NORMA	MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	08/12/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	08/12/2023

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

DESCRIPCIÓN	ID	UND	1	2	3	RESULTADOS
Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en aire	A	gr	3,032.00	3,064.00	3,071.00	
Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en agua	B	gr	1,862.00	1,898.00	1,876.00	
Volumen de masa + Volumen de vacío, $C = A - B$	C	gr	1,170.00	1,166.00	1,195.00	
Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	D	gr	2,991.00	3,029.00	3,028.00	
Volumen de masa, $E = C - (A - D)$	E	cm ³	1,129.00	1,131.00	1,152.00	
PESO ESPECÍFICO BULK (base seca) $F = D / C$	F	gr/cm ³	2.56	2.60	2.53	2.56
PESO ESPECÍFICO (base saturada) $G = A / C$	G	gr/cm ³	2.59	2.63	2.57	2.60
PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca) $H = D / E$	H	gr/cm ³	2.65	2.68	2.63	2.65
ABSORCIÓN $I = [(A - D) / D] * 100$	I	%	1.37%	1.16%	1.42%	1.32%

Noe Respaldo Munguía
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 218972

GREGORIO ESPINOZA GINO
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Figura 43:
Abrasión al desgaste de los agregados

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDA A ALTAS TEMPERATURAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON 3% DE CAUCHO RECICLADO DE NEUMÁTICOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2023
SOLICITA	BACH. ALVAREZ BERROSPÍ ANGEL PAULINO
FECHA	SEPTIEMBRE DEL 2023

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS		
NORMA	MTC E207 / ASTM C131 / NTP 400.019		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	25/09/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	25/09/2023

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

DESCRIPCIÓN	ID	UND	1	2	3	RESULTADOS
Peso muestra total	A	gr	5,001.00	5,004.00	5,003.00	
Peso retenido en tamiz N° 12	B	gr	2,929.30	4,145.70	3,451.30	
DESGASTE A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES $C = [(A - B) / A] * 100$	C	%	41.43%	17.15%	31.02%	29.86%

LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS


 Noe Rosalva Manga
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 218972


 OBREGÓN ESPINOZA GINO
 TIT. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Figura 44:
Diseño de mezcla de concreto por el método ACI

PROYECTO	TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA	BACH. ADOLFO LITARDO CARHUARICRA
FECHA	ENERO DEL 2024

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI

I) REQUERIMIENTOS

Resistencia Especificada (f'_{cu})	210 kg/cm ²
Uso (Tipo de Estructura)	Columnas
Consistencia	Plástica
Condición de Exposición	Sin Aire Incorporado
Condiciones Específicas de Exposición	Sin Condición Especial
Concreto Expuesto a Soluciones de Sulfatos	No
Desviación Estándar (S)	70 kg/cm ²
Asentamiento (Uso)	3 a 4 Pulgadas
Asentamiento (Consistencia)	3 a 4 Pulgadas

II) MATERIALES

☐ CEMENTO	Andino Tipo I	→ Peso Especifico
☐ AGUA	Potable	3.15 g/cm ³
☐ AGREGADO FINO		
Peso Especifico	2.650 g/cm ³	
Absorción	0.020%	
Contenido de Humedad	0.940%	
Módulo de Finura	2.72	
☐ AGREGADO GRUESO		
Tamaño Máximo Nominal	3/4"	
Peso Especifico	2.650 g/cm ³	
Peso Seco Compactado	1510.030 kg/m ³	
Absorción	1.320%	
Contenido de Humedad	1.260%	

III) DESARROLLO

1 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

$$f_{cr} = 280.000 \text{ kg/cm}^2$$

2 SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

$$TMN = 3/4"$$

3 SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

$$Slump = 3 \text{ a } 4 \text{ Pulgadas}$$

4 VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

$$205 \text{ L/m}^3$$

5 CONTENIDO DE AIRE

$$2.0 \%$$

6 RELACIÓN AGUA / CEMENTO

$$a/c \text{ Por Resistencia} = 0.575$$

$$a/c \text{ Por Durabilidad}$$

$$A/C \text{ de diseño es } 0.575$$

7 FACTOR CEMENTO

$$354.671 \text{ kg/m}^3$$

$$0.345 \text{ t/m}^3$$

8 CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

$$\text{Vol. A. G. Seco Compactado} = 0.625$$

$$\text{Peso Agr. Grueso Seco} = 945.613 \text{ kg/m}^3$$

Noe Rosales Murguía
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 216972

OBREGÓN ESPINOZA GINO
TEL. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

9 CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS

Cemento	=	0.113	m ³
Agua	=	0.205	m ³
Aire	=	0.020	m ³
Agr. Grueso	=	0.358	m ³
∑ Volúmenes Absolutos		0.696	m³

10 CONTENIDO DE AGREGADO FINO

Vol. Absoluto Agr. Fino	0.304	m ³
Peso Agr. Fino Seco	805.600	kg/m ³

11 VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA

Cemento	354.671	kg/m ³
Agua de Diseño	205.000	L/m ³
Agregado Fino Seco	805.600	kg/m ³
Agregado Grueso Seco	948.613	kg/m ³

12 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

AGREGADO FINO

Contenido de Humedad	0.940%
Peso Húmedo A.F.	813.173 kg/m ³

AGREGADO GRUESO

Contenido de Humedad	1.260%
Peso Húmedo A.G.	960.566 kg/m ³

HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS

H.S. Agregado Fino	0.920%
H.S. Agregado Grueso	-0.060%

APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

A.H. Agregado Fino	7.412	L/m ³
A.H. Agregado Grueso	-0.569	L/m ³
	6.843	L/m³

Agua Efectiva 198.157 L/m³

PESOS DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Cemento	354.671	kg/m ³	=	355	kg/m ³
Agua Efectiva	198.157	L/m ³	=	198	L/m ³
Agregado Fino Húmedo	813.173	kg/m ³	=	813	kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo	960.566	kg/m ³	=	961	kg/m ³

13 PROPORCIÓN EN PESO

CEMENTO	1
AGREGADO FINO	2.293
AGREGADO GRUESO	2.708
AGUA	23.746

DOSIFICACIÓN 1 : 2.293 : 2.708 : 23.746 Litros/Bolsa

Relación Agua/Cemento de Diseño	0.578	
Relación Agua/Cemento Efectiva	0.559	Corregida

Noe Rosalinda Munguía
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 218972

OBREGÓN ESPINOZA GINO
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

14 PESO POR TANDA DE UN SACO O BOLSA

Peso de 1 bolsa de Cemento 42.50 kg

Cemento	42.500	kg/bolsa
Agua Efectiva	23.746	L/bolsa
Agregado Fino Húmero	97.453	kg/bolsa
Agregado Grueso Húmero	115.090	kg/bolsa

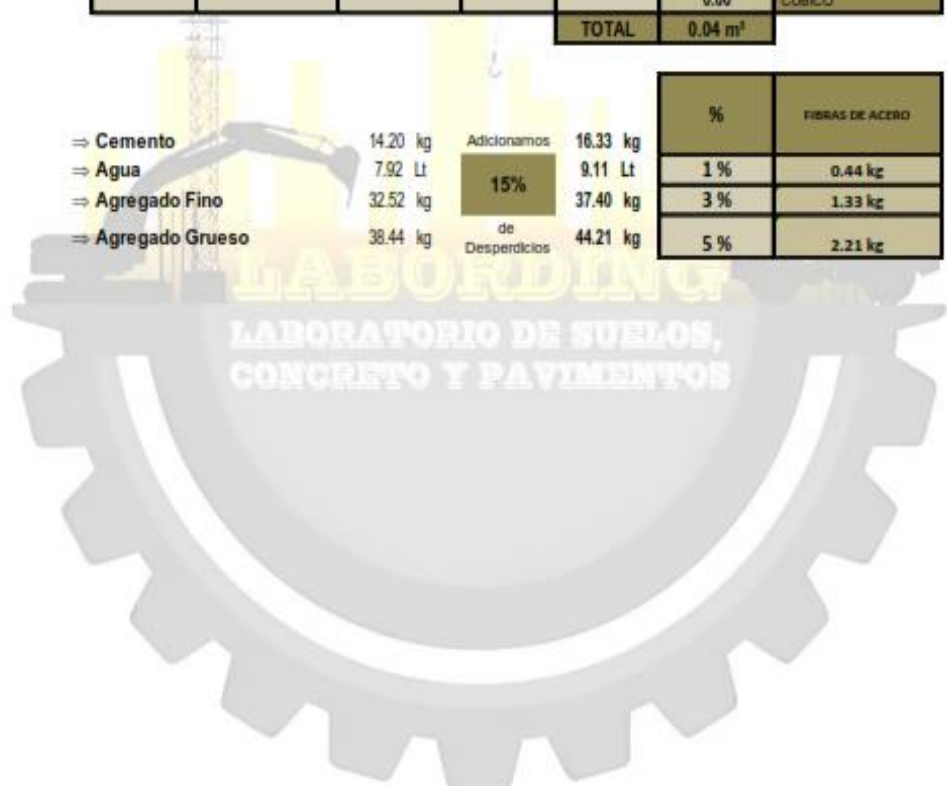
IV) APLICACIÓN

1 CANTIDAD DE MATERIAL PARA UN DETERMINADO VOLUMEN

DIMENSIONES				N° VECES	VOLUMEN m ³	Considerar Volumen ...
LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	AREA/ DIÁMETRO			
		0.15	0.15	15	0.04	CLINDRICO (diámetro)
					0.00	CÚBICO
					0.00	CÚBICO
					0.00	CÚBICO
					0.00	CÚBICO
TOTAL					0.04 m³	

⇒ Cemento	14.20 kg	Adicionamos	16.33 kg
⇒ Agua	7.92 Lt	15%	9.11 Lt
⇒ Agregado Fino	32.52 kg	de	37.40 kg
⇒ Agregado Grueso	38.44 kg	Desperdicios	44.21 kg

%	FIBRAS DE ACERO
1 %	0.44 kg
3 %	1.33 kg
5 %	2.21 kg



Noe Rosalva Munguia

Noe Rosalva Munguia
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 218972

Osregón Espinoza Gino

OSREGÓN ESPINOZA GINO
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO
 Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Resultado del ensayo de resistencia a la tracción indirecta de los testigos de concreto a los 28 días de curado (patrón).

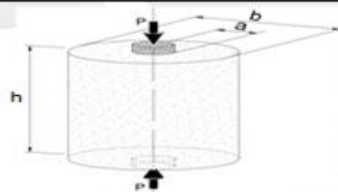
ENSAYO	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
NORMA	UNE 83515
PROYECTO	TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA	BACH. ADOLFO LITARDO CARHUARICRA
FECHA	ENERO - 2024
EQUIPO	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (kN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f'ct
							DIAMETRO "b" (mm)	ALTO "h" (mm)	DIAMETRO DEL DISCO "a" (mm)	ÁREA (mm ²)	
M-1	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	125.34 kN	12.775.76 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.13 kg/cm ²
M-2	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.55 kN	12.900.10 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.44 kg/cm ²
M-3	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.34 kN	12.878.70 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.39 kg/cm ²
M-4	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	124.88 kN	12.729.87 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.02 kg/cm ²
M-5	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.44 kN	12.888.89 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.42 kg/cm ²
M-6	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.11 kN	12.858.25 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.33 kg/cm ²
M-7	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	125.64 kN	12.807.34 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.21 kg/cm ²
M-8	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	124.76 kN	12.717.64 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	31.99 kg/cm ²
M-9	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.33 kN	12.877.68 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.39 kg/cm ²
M-10	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	123.89 kN	12.628.95 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	31.76 kg/cm ²
M-11	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	125.79 kN	12.822.63 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.25 kg/cm ²
M-12	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.77 kN	12.922.83 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.50 kg/cm ²
M-13	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	125.67 kN	12.810.40 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.22 kg/cm ²
M-14	0%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	126.49 kN	12.898.99 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.43 kg/cm ²
M-15	0%	12/12/2023	05/05/2023	28 días	124.91 kN	12.732.93 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	32.02 kg/cm ²

$$f'_{ct} = \frac{4P_f}{9 - \pi - \alpha - h}$$

Donde:

- f'ct : Carga Unitaria de Fisuración
- P_f : Carga que produce la fisuración
- h : altura de la probeta
- a : diámetro del disco de aplicación de la carga
- b : diámetro de la probeta



f'c PROMEDIO **32.23 kg/cm²**



Noe Respaldiza Munguia
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 218972



OBREGÓN ESPINOZA GINO
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Resultado del ensayo de resistencia a la tracción indirecta de los testigos de concreto con adición del 1% de fibras de acero a los 28 días de curado.

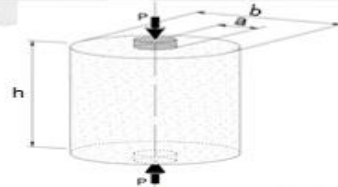
ENSAYO	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
NORMA	UNE 83515
PROYECTO	TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2. EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA	BACH. ADOLFO LITARDO CARHUARICRA
FECHA	ENERO - 2024
EQUIPO	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (kN)	CARGA MÁXIMA (N)	ESPECIMENES				f'ct
							DIAMETRO "b" (mm)	ALTO "h" (mm)	DIAMETRO DEL DISCO "a" (mm)	ÁREA (mm ²)	
M-1	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	133.41 kN	13.599.39 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.20 kg/cm ²
M-2	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	135.66 kN	13.828.75 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.78 kg/cm ²
M-3	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	134.47 kN	13.707.44 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.47 kg/cm ²
M-4	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	135.47 kN	13.809.38 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.73 kg/cm ²
M-5	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	135.61 kN	13.823.65 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.77 kg/cm ²
M-6	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	134.96 kN	13.757.39 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.60 kg/cm ²
M-7	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	133.89 kN	13.648.32 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.33 kg/cm ²
M-8	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	134.87 kN	13.748.22 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.58 kg/cm ²
M-9	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	135.41 kN	13.803.26 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.72 kg/cm ²
M-10	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	134.66 kN	13.726.81 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.52 kg/cm ²
M-11	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	135.74 kN	13.836.90 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.80 kg/cm ²
M-12	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	135.34 kN	13.796.13 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.70 kg/cm ²
M-13	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	133.74 kN	13.633.03 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.29 kg/cm ²
M-14	1%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	134.67 kN	13.727.83 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.53 kg/cm ²
M-15	1%	12/12/2023	05/09/2023	28 días	135.48 kN	13.810.40 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	34.73 kg/cm ²

$$f'_{ct} = \frac{4P_f}{9 + \pi \cdot a \cdot h}$$

Donde:

- P_{ct} : Carga Unitaria de Fisuración
- P_f : Carga que produce la fisuración
- h : altura de la probeta
- a : diámetro del disco de aplicación de la carga
- b : diámetro de la probeta



f'c PROMEDIO 34.58 kg/cm²



Noe Respaldiza Munguia
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 218972



OBREGÓN ESPINOZA GINO
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO
Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Resultado del ensayo de resistencia a la tracción indirecta de los testigos de concreto con adición del 3% de fibras de acero a los 28 días de curado.

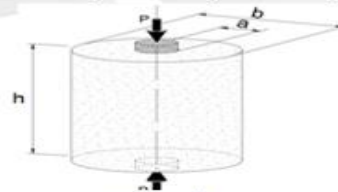
ENSAYO	:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
NORMA	:	UNE 83515
PROYECTO	:	TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA	:	BACH. ADOLFO LITARDO CARHUARICA
FECHA	:	ENERO - 2024
EQUIPO	:	PRESA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (N)	ESPECIMENES				f'ct
							DIAMETRO "b" (mm)	ALTO "h" (mm)	DIAMETRO DEL DISCO "a" (mm)	AREA (mm ²)	
M-1	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	138.40 kn	14,108.05 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	35.48 kg/cm ²
M-2	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	139.66 kn	14,236.49 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	35.81 kg/cm ²
M-3	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	138.49 kn	14,117.23 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	35.51 kg/cm ²
M-4	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	140.34 kn	14,305.81 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	35.98 kg/cm ²
M-5	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	140.22 kn	14,293.58 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	35.95 kg/cm ²
M-6	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	139.58 kn	14,228.34 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	35.78 kg/cm ²
M-7	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	138.49 kn	14,117.23 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	35.51 kg/cm ²
M-8	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	139.78 kn	14,248.73 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	35.84 kg/cm ²
M-9	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	138.89 kn	14,158.00 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	35.61 kg/cm ²
M-10	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	140.77 kn	14,349.64 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	36.09 kg/cm ²
M-11	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	138.79 kn	14,147.81 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	35.58 kg/cm ²
M-12	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	139.77 kn	14,247.71 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	35.83 kg/cm ²
M-13	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	139.72 kn	14,242.61 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	35.82 kg/cm ²
M-14	3%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	140.52 kn	14,324.16 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	36.03 kg/cm ²
M-15	3%	12/12/2023	05/05/2023	28 días	140.76 kn	14,348.62 Kg	150.000	150.000	37.500	17,671.500	36.09 kg/cm ²

$$f'_{ct} = \frac{4P_f}{9 \cdot \pi \cdot a \cdot h}$$

Donde:

- P_{ct} : Carga Unitaria de Fisuración
- P_f : Carga que produce la fisuración
- h : altura de la probeta
- a : diámetro del disco de aplicación de la carga
- b : diámetro de la probeta



Noe Respaldiza Munguia
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 218972

OBREGÓN ESPINOZA GINO
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO
 Y PAVIMENTOS

f'c PROMEDIO **35.79 kg/cm²**



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

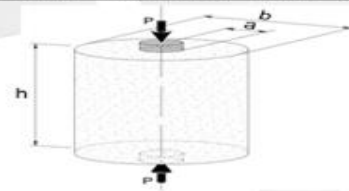
Resultado del ensayo de resistencia a la tracción indirecta de los testigos de concreto con adición del 5% de fibras de acero a los 28 días de curado.

ENSAYO	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
NORMA	UNE 83515
PROYECTO	TESIS: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA	BACH. ADOLFO LITARDO CARHUARICRA
FECHA	ENERO - 2024
EQUIPO	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (N)	ESPECIMENES			f'et	
							DIAMETRO "b" (mm)	ALTO "h" (mm)	DIAMETRO DEL DISCO "a" (mm)		
M-1	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	143.32 kn	14.609.58 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	36.74 kg/cm ²
M-2	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	144.46 kn	14.725.79 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	37.04 kg/cm ²
M-3	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	145.12 kn	14.793.07 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	37.21 kg/cm ²
M-4	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	144.56 kn	14.735.98 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	37.06 kg/cm ²
M-5	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	145.23 kn	14.804.28 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	37.23 kg/cm ²
M-6	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	143.78 kn	14.656.47 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	36.86 kg/cm ²
M-7	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	144.81 kn	14.761.47 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	37.13 kg/cm ²
M-8	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	145.17 kn	14.798.17 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	37.22 kg/cm ²
M-9	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	144.67 kn	14.747.20 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	37.09 kg/cm ²
M-10	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	145.19 kn	14.800.20 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	37.22 kg/cm ²
M-11	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	145.23 kn	14.804.28 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	37.23 kg/cm ²
M-12	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	144.81 kn	14.761.47 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	37.13 kg/cm ²
M-13	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	143.79 kn	14.657.49 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	36.86 kg/cm ²
M-14	5%	12/12/2023	09/01/2024	28 días	145.21 kn	14.802.24 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	37.23 kg/cm ²
M-15	5%	12/12/2023	05/05/2023	28 días	145.37 kn	14.818.55 Kg	150.000	150.000	37.500	17.671.500	37.27 kg/cm ²

$$f'_{ct} = \frac{4P_f}{9 + \pi \cdot a \cdot h}$$

- Donde:**
- P_{ct} : Carga Unitaria de Fijación
 - P_f : Carga que produce la fijación
 - h : altura de la probeta
 - a : diametro del disco de aplicación de la carga
 - b : diametro de la probeta



f'c promedio **37.10 kg/cm²**

Noe Rosalinda Munguia
 INGENIERO CIVIL
 Reg. GIP N° 216972

OBREGÓN ESPINOZA GINO
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS, CONCRETO
 Y PAVIMENTOS

ANEXO 3

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



ANEXO 4
RESOLUCIÓN DE ASESOR DE TESIS
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1018-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 07 de mayo de 2024

Visto, el Oficio N° 721-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 487486-000005120, del Bach. **Adolfo LITARDO CARHUARICRA**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 487486-000005120, presentado por el (la) Bach. **Adolfo LITARDO CARHUARICRA**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 263-2023-D-FI-UDH, de fecha 17 de febrero de 2023, en la cual se designa como Asesor de Tesis del Bach. **Adolfo LITARDO CARHUARICRA** al Mg. Bladimir Jhon Abal Garcia, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 263-2023-D-FI-UDH, de fecha 17 de febrero de 2023.

Artículo Segundo.- DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. **Adolfo LITARDO CARHUARICRA** al Dr. Carlos Esteban Huaman Cuespan, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIC- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto

ANEXO 5

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1373-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 23 de junio de 2023

Visto, el Oficio N° 950-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Adolfo LITARDO CARHUARICRA.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 263-2023-D-FI-UDH, de fecha 17 de febrero de 2023, perteneciente al Bach. Adolfo LITARDO CARHUARICRA se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Bladimir Jhon Abal Garcia, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 950-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Adolfo LITARDO CARHUARICRA, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarria (Secretario) y Mg. Reynaldo Favio Suarez Landauro (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Adolfo LITARDO CARHUARICRA para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Johani Manzano Lozano
SECRETARÍA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Rios
DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

ANEXO 6

RESOLUCIÓN DE JURADO REVISOR DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 1197-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 23 de mayo de 2024

Visto, el Of. N° 848-2024-C-PAIC-FI-UDH y el Exp. N° 490699-0000005567, presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil, quien informa que el (la) Bach. Adolfo LITARDO CARHUARICRA, solicita Revisión del informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023".

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Art. N° 38 y 39 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, es necesaria la revisión del Trabajo de Investigación (Tesis) por la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Huánuco; y,

Que, para tal efecto es necesario nombrar al jurado Revisor y/o evaluador, compuesta por tres miembros docentes de la Especialidad, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - NOMBRAR, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EMPLEANDO EL ENSAYO BARCELONA, HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Adolfo LITARDO CARHUARICRA del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

- Dr. Johnny Prudencio Jacha Rojas PRESIDENTE
- Mg. Martin Cesar Valdivieso Echevarria SECRETARIO
- Mg. Reynaldo Favio Suarez Landauro VOCAL

Artículo Segundo. - Los miembros del Jurado Revisor tienen un plazo de siete (07) días hábiles como máximo, para emitir el informe y opinión acerca del Informe Final del Trabajo de Investigación (Tesis).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE,



Distribución:
CPAIC-Mat. y Reg. Acad.- Interesado- Jurado (03)- Archivo
BCR/EJML/nto.