



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



**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE
DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS
SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL
DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DARIO TAPIA CABALLERO

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

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE
DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS
SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DARIO TAPIA CABALLERO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:


PRESIDENTE

:


Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

:


Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. WILFREDO DAVID SUPTO PACORI

ASESOR DE TESIS

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 696-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-7947 presentado por el (la) Bachiller: DARIO TAPIA CABALLERO estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. DARIO TAPIA CABALLERO, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- * **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

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

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: DARIO TAPIA CABALLERO; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 24 de julio del 2025
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Auda 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Oscar V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
C.I.P. 32733


VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 083-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de enero del 2025

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 225 por el señor (a): DARIO TAPIA CABALLERO quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 051 - 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 369- 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): DARIO TAPIA CABALLERO, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 369- 2024 **aprobandó** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): DARIO TAPIA CABALLERO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. Edwin Barillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1455-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 013339, presentado el señor (a) DARIO TAPIA CABALLERO solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 1306 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 361-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): DARIO TAPIA CABALLERO ha presentado su propuesta de investigación Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 361-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a): DARIO TAPIA CABALLERO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. WILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Dr. DARIO TAPIA CABALLERO
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

18 %

FUENTES DE INTERNET

2 %

PUBLICACIONES

13 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	8 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	3 %
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1 %
5	Masakazu Suzuki. "Suboptimal robot motion for inexperienced situations through intelligent composite motion control: method of knowledge array", International Journal of Systems Science, 1/1/1999 Publicación	<1 %
6	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	DARIO TAPIA CABALLERO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72558344
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-8451-7397
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02428673
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: San Miguel Latitud: S 15° 28' 43" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3e14nl.7</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2024 – Julio 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de Materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN

[Handwritten Signature]

Dr. Félix Willy Mamani Acosta
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo DARIO TAPIA CABALLERO, identificado con DNI Nro. 72558344, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.


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

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

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

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

Juliaca 25 de setiembre del 2025


Firma del Asesor (obligatoria)


Firma del Estudiante (obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a todas las personas que, de una u otra manera, han sido parte de este proceso. A mi familia, por su constante apoyo, comprensión y aliento en cada momento de esta travesía. A mis amigos, por su compañía y por siempre motivarme a seguir adelante. A los docentes y expertos que han compartido su conocimiento y experiencia, guiándome a lo largo de mi formación.

De manera especial, dedico este trabajo a todos aquellos que han contribuido directa o indirectamente a mi crecimiento académico y profesional. Su apoyo ha sido fundamental para alcanzar este logro.



AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis. A mi familia, por su apoyo incondicional, su confianza y por ser mi principal fuente de fortaleza y motivación. A mis docentes y asesores académicos, quienes con su guía y conocimientos contribuyeron significativamente a mi formación y al desarrollo de este trabajo.

Agradezco también a mis compañeros y amigos, por su compañerismo, palabras de ánimo y colaboración en los momentos más desafiantes. Finalmente, extendiendo mi gratitud a todas las personas que, de manera directa o indirecta, han sido parte de este proceso, ayudándome a superar los obstáculos y a alcanzar este importante logro.



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.....	14
1.2 Planteamiento del problema.....	16
1.2.1 Problema general.....	16
1.2.2 Problemas específicos.....	16
1.3 Objetivos de la investigación.....	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación de la investigación.....	17
1.4.1 Justificación técnica.....	17
1.4.2 Justificación económica.....	17
1.4.3 Justificación social.....	18
1.4.4 Justificación ambiental.....	18
1.5 Hipótesis de la investigación.....	19
1.5.1 Hipótesis general.....	19
1.5.2 Hipótesis específicas.....	19
1.6 Variables.....	19
1.6.1 Variable independiente.....	19



1.6.2 Variable dependiente 19

1.7 Operacionalización de variables 20

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación..... 21

 2.1.1 Antecedentes internacionales 21

 2.1.2 Antecedentes nacionales..... 23

 2.1.3 Antecedentes regionales 25

2.2 Bases teóricas..... 27

 2.2.1 Macrofibra 27

 2.2.2 Perlas de poliestireno..... 32

 2.2.3 Concreto 34

 2.2.4 Diseño de mezcla 44

2.3 Marco conceptual 46

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación 48

3.2 Tipo de la investigación 49

3.3 Nivel de la investigación 49

3.4 Diseño de la investigación..... 50

3.5 Métodos de la investigación..... 50

3.6 Población y muestra de la investigación..... 51

 3.6.1 Población..... 51

 3.6.2 Muestra..... 51

3.7 Técnicas e instrumentos..... 52

 3.7.1 Técnicas 52

 3.7.2 Instrumentos 52

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento..... 53

 3.8.1 Validación de los instrumentos 53



3.8.2 Confiabilidad de instrumentos..... 53

3.9 Procedimiento de recolección de datos 53

 3.9.1 Ensayos en laboratorio 55

3.10 Procesamiento y análisis de datos 67

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados..... 68

 4.1.1 Influencia de la adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el asentamiento..... 70

 4.1.2 Efecto de la incorporación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la resistencia a compresión..... 72

 4.1.3 Incidencia de la aplicación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la resistencia a flexión 93

4.2 Discusión de resultados..... 113

CONCLUSIONES..... 116

RECOMENDACIONES..... 118

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 119

ANEXOS 124



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables	20
Tabla 2	Características de los agregados.....	69
Tabla 3	Diseño de mezcla de la muestra de diseño (210 kg/cm ²)	69
Tabla 4	Diseño de mezcla con adición de macrofibras sintéticas	69
Tabla 5	Diseño de mezcla con adición de perlas de poliestireno	70
Tabla 6	Asentamiento de las muestras de estudio	70
Tabla 7	Roturas a compresión de la mezcla de diseño patrón.....	72
Tabla 8	Roturas a compresión de MD+1%MFSI.....	74
Tabla 9	Roturas a compresión de MD+3.5%MFSI.....	76
Tabla 10	Roturas a compresión de MD+7%MFSI.....	78
Tabla 11	Comparativa general de resistencias con macrofibras sintéticas	80
Tabla 12	Roturas a compresión de MD+1%PPOL.....	81
Tabla 13	Roturas a compresión de MD+3.5%PPOL.....	83
Tabla 14	Roturas a compresión de MD+7%PPOL.....	85
Tabla 15	Comparativa general de resistencias con perlas de poliestireno.....	87
Tabla 16	Comparativa de roturas a compresión- 7 días	88
Tabla 17	Comparativa de roturas a compresión- 14 días	89
Tabla 18	Comparativa de roturas a compresión- 28 días	90
Tabla 19	Comparativa final de roturas a compresión.....	91
Tabla 20	Comparativa final de roturas a compresión porcentual	92
Tabla 21	Roturas a flexión de la mezcla de diseño patrón.....	93
Tabla 22	Roturas a flexión-MD+1%MFSI	95
Tabla 23	Roturas a flexión-MD+3.5%MFSI.....	97
Tabla 24	Roturas a flexión-MD+7%MFSI	99
Tabla 25	Comparativa del concreto con macrofibras sintéticas	101
Tabla 26	Roturas a flexión-MD+1%PPOL	102



Tabla 27 Roturas a flexión-MD+3.5%PPOL.....	104
Tabla 28 Roturas a flexión-MD+7%PPOL	106
Tabla 29 Comparativa del concreto con perlas de poliestireno	108
Tabla 30 Comparativa de roturas a flexión- 7 días	109
Tabla 31 Comparativa de roturas a flexión- 14 días	110
Tabla 32 Comparativa de roturas a flexión- 28 días	111
Tabla 33 Comparativa final a flexión.....	112



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Perlas de poliestireno.....	54
Figura 2	Colocación de muestras al horno.....	55
Figura 3	Gradación de finos.....	57
Figura 4	Gradación de gruesos.....	58
Figura 5	Peso unitario compacto.....	60
Figura 6	Roturas a compresión.....	66
Figura 7	Roturas a flexión.....	67
Figura 8	Asentamiento de las muestras de estudio.....	71
Figura 9	Roturas a compresión de la mezcla de diseño patrón.....	73
Figura 10	Roturas a compresión de MD+1%MFSI.....	75
Figura 11	Roturas a compresión de MD+3.5%MFSI.....	77
Figura 12	Roturas a compresión de MD+7%MFSI.....	79
Figura 13	Variación general de resistencias con macrofibras sintéticas.....	80
Figura 14	Roturas a compresión de MD+1%PPOL.....	82
Figura 15	Roturas a compresión de MD+3.5%PPOL.....	84
Figura 16	Roturas a compresión de MD+7%PPOL.....	86
Figura 17	Variación general de resistencias con perlas de poliestireno.....	87
Figura 18	Comparativa de roturas a compresión- 7 días.....	88
Figura 19	Comparativa de roturas a compresión- 14 días.....	89
Figura 20	Comparativa final de roturas a compresión- 28 días.....	90
Figura 21	Comparativa final de roturas a compresión.....	91
Figura 22	Comparativa final de roturas a compresión porcentual.....	92
Figura 23	Roturas a flexión de la mezcla de diseño patrón.....	94
Figura 24	Roturas a flexión-MD+1%MFSI.....	96
Figura 25	Roturas a flexión-MD+3.5%MFSI.....	98
Figura 26	Roturas a flexión-MD+7%MFSI.....	100



Figura 27 Comparativa del concreto con macrofibras sintéticas.....	101
Figura 28 Roturas a flexión-MD+1%PPOL.....	103
Figura 29 Roturas a flexión-MD+3.5%PPOL.....	105
Figura 30 Roturas a flexión-MD+7%PPOL.....	107
Figura 31 Comparativa del concreto con perlas de poliestireno	108
Figura 32 Comparativa a flexión – 7 días.....	109
Figura 33 Comparativa a flexión – 14 días.....	110
Figura 34 Comparativa a flexión – 28 días.....	111
Figura 35 Comparativa final a flexión.....	112



RESUMEN

En el presente trabajo titulado "Estudio comparativo de las propiedades de un concreto de diseño convencional con adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el distrito de San Miguel 2024", se comparan las variaciones en las propiedades del concreto convencional al incorporar macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en proporciones de 1%, 3.5% y 7%. Este estudio adoptó una metodología experimental, orientada a un tipo aplicado y con un nivel explicativo. Se observó que ambas adiciones afectan significativamente el asentamiento de la mezcla fresca. La inclusión de macrofibras sintéticas redujo el asentamiento, siendo más notoria la disminución con el 7% de macrofibra. De manera similar, la adición de perlas de poliestireno también disminuyó el asentamiento, con una mayor reducción al incrementar su proporción al 7%, evidenciando una menor fluidez y, por tanto, menor trabajabilidad del concreto. En cuanto a la resistencia a la compresión, el concreto patrón alcanzó 213.83 kg/cm^2 , mientras que con el 7% de macrofibras sintéticas se obtuvo un valor de 229.58 kg/cm^2 , lo que representa un aumento del 7.46%. Las mezclas con perlas de poliestireno presentaron una resistencia algo inferior, con valores de 208.10 kg/cm^2 para el 7% y 211.80 kg/cm^2 para el 3.5%. Respecto a la resistencia a flexión, las mezclas con macrofibras sintéticas mejoraron significativamente, alcanzando 37.05 kg/cm^2 con el 7% de macrofibra, frente a los 31.50 kg/cm^2 del concreto convencional. Por el contrario, las mezclas con perlas de poliestireno mostraron una reducción en la resistencia a flexión, con el valor más bajo de 29.38 kg/cm^2 al añadir 7% de perlas. Se concluye que la adición de macrofibras sintéticas mejora significativamente la resistencia mecánica del concreto, aunque reduce su trabajabilidad. Por otro lado, la inclusión de perlas de poliestireno disminuye la resistencia como la trabajabilidad, por lo que su uso requiere una evaluación cuidadosa.

Palabras Clave: Concreto convencional, macrofibras sintéticas, perlas de poliestireno.



ABSTRACT

In this study entitled "Comparative study of the properties of conventional concrete with the addition of synthetic macrofibers and polystyrene beads in the district of San Miguel 2024," the variations in the properties of conventional concrete are compared when incorporating synthetic macrofibers and polystyrene beads in proportions of 1%, 3.5%, and 7%. This study adopted an experimental methodology, oriented towards an applied type and with an explanatory level. It was observed that both additions significantly affect the settlement of the fresh mixture. The inclusion of synthetic macrofibers reduced slump, with the decrease being more noticeable with 7% macrofiber. Similarly, the addition of polystyrene beads also reduced slump, with a greater reduction when their proportion was increased to 7%, evidencing lower fluidity and, therefore, lower workability of the concrete. In terms of compressive strength, the standard concrete reached 213.83 kg/cm², while with 7% synthetic macrofibers, a value of 229.58 kg/cm² was obtained, representing an increase of 7.46%. The mixtures with polystyrene beads showed slightly lower strength, with values of 208.10 kg/cm² for 7% and 211.80 kg/cm² for 3.5%. In terms of flexural strength, the mixtures with synthetic macrofibers improved significantly, reaching 37.05 kg/cm² with 7% macrofiber, compared to 31.50 kg/cm² for conventional concrete. In contrast, mixtures with polystyrene beads showed a reduction in flexural strength, with the lowest value of 29.38 kg/cm² when 7% beads were added. It is concluded that the addition of synthetic macrofibers significantly improves the mechanical strength of concrete, although it reduces its workability. On the other hand, the inclusion of polystyrene beads decreases both strength and workability, so their use requires careful evaluation.

Keywords: Conventional concrete, synthetic macrofibers, polystyrene beads.



INTRODUCCIÓN

Gracias a su versatilidad, el concreto se ha convertido en uno de los materiales más empleados en la construcción, resistencia y durabilidad. Sin embargo, la búsqueda constante por mejorar sus propiedades ha llevado a la incorporación de materiales alternativos que optimicen su desempeño mecánico, térmico y sostenible. En este contexto, las macrofibras sintéticas y las perlas de poliestireno han emergido como aditivos prometedores en el desarrollo de mezclas de concreto innovadoras.

Las macrofibras sintéticas han demostrado ser eficaces en el incremento de la tenacidad y la resistencia a la fisuración del concreto, mientras que las perlas de poliestireno, debido a su baja densidad, ofrecen una reducción significativa en el peso del material, además de mejorar sus propiedades térmicas. Estas características las convierten en opciones ideales para abordar los desafíos actuales de la construcción, especialmente en áreas urbanas como el distrito de San Miguel, donde la sostenibilidad y la eficiencia son cada vez más demandadas.

Este estudio tiene como objetivo primordial de realizar un comparativo entre las propiedades de un concreto de diseño convencional y uno modificado mediante la adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno. De esta forma, se busca evaluar la viabilidad técnica y práctica de estas incorporaciones en aplicaciones reales, proporcionando una base científica para el uso de estos materiales en proyectos futuros.

Este estudio se desarrolla en el contexto del distrito de San Miguel, una zona caracterizada por un crecimiento urbano constante y la necesidad de materiales de construcción más eficientes y sostenibles. Los resultados de este trabajo no solo contribuirán al desarrollo de nuevas técnicas constructivas, sino que también podrán ser utilizados como referencia para proyectos similares en otras regiones.



En el primer capítulo se exponen los conceptos fundamentales que servirán de base a todo el proceso de estudio. Esta sección proporciona un marco conceptual que servirá de referencia a lo largo de todo el trabajo al definir de forma explícita y precisa las variables esenciales que se van a investigar. Por lo tanto, esta sección es una parte importante del estudio. Además, se esbozan los objetivos generales y particulares que servirán de hoja de ruta para el desarrollo del estudio. En este capítulo se justifica la pertinencia del tema de investigación, y es aquí donde se argumentan detalladamente las razones por las que es imprescindible abordar este tema.

Capítulo II: En el segundo capítulo se desarrolla un marco teórico riguroso. Este marco se basa en un análisis exhaustivo de trabajos anteriores y de algunas de las aportaciones más importantes en el campo de la investigación. No sólo proporciona un resumen conciso de las ideas y conceptos principales que sustentan la investigación, sino que también sitúa la investigación en un contexto conceptual más amplio, revelando así las lagunas de conocimiento que el estudio pretende abordar.

Este capítulo está dedicado a detallar los procesos metodológicos utilizados en la investigación. Ofrece información exhaustiva sobre la selección de los participantes en el estudio o las muestras que se analizaron. El capítulo III es el tercero. En él se ofrece una explicación detallada del enfoque metodológico utilizado, así como de los motivos por los que se eligieron determinados procedimientos e instrumentos para la recopilación y el análisis de los datos.

Los resultados obtenidos a lo largo de la investigación se presentan en el cuarto capítulo. La información recopilada se presenta en esta sección en forma de tablas y gráficos, lo que facilita su análisis y comprensión. A continuación, se lleva a cabo un análisis exhaustivo de los resultados, durante el cual se comparan rigurosamente con los resultados de investigaciones anteriores. Esto permite contextualizar los datos adquiridos en el ámbito más amplio del área de estudio.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel internacional, la industria de la construcción enfrenta grandes desafíos relacionados con la sostenibilidad, la reducción del impacto ambiental y la optimización de materiales para cumplir con las crecientes demandas urbanas. Según estudios recientes, el concreto, siendo uno de los materiales más consumidos en el mundo, representa cerca del 8% de las emisiones globales de dióxido de carbono debido al proceso de producción del cemento, uno de sus principales componentes. Además, la fisuración prematura y el desgaste en estructuras de concreto debido a cargas dinámicas y cambios climáticos extremos han generado interés en el desarrollo de soluciones innovadoras como la incorporación de fibras sintéticas y aditivos livianos para mejorar su desempeño. En este contexto, materiales como las macrofibras sintéticas y las perlas de poliestireno han surgido como alternativas que no solo optimiza las propiedades del concreto, sino que también aportan beneficios sostenibles al reducir el peso y prolongar la vida útil de las estructuras (Rojas, 2022).

En el caso nacional, el Perú no es ajeno a estos desafíos. La industria de la construcción enfrenta problemas asociados con la calidad de los materiales utilizados, los altos costos de producción y la vulnerabilidad de las infraestructuras frente a desastres



naturales como terremotos y lluvias intensas. La necesidad de concretos más resistentes y livianos es especialmente crítica en un país con una gran diversidad geográfica y climática, que exige soluciones adaptadas a diferentes contextos. Sin embargo, la incorporación de tecnologías avanzadas y materiales alternativos en el diseño del concreto aún se encuentra en una etapa incipiente, limitando las oportunidades de innovación en el sector. A pesar de ello, se observa un creciente interés por investigar y aplicar nuevos aditivos que mejoren la resistencia y reduzcan el peso del concreto, especialmente en proyectos de infraestructura que requieren materiales de alta eficiencia (Rojas, 2022).

En el ámbito local, el distrito de San Miguel, enfrenta una constante expansión urbana que exige soluciones constructivas más eficientes, sostenibles y económicas. Las edificaciones en esta zona deben cumplir con estándares de calidad y resistencia debido a su ubicación y de alto tránsito vehicular. A pesar de los avances en la tecnología del concreto, muchas construcciones aún recurren a mezclas convencionales que no aprovechan el potencial de materiales innovadores como las macrofibras sintéticas y las perlas de poliestireno. Esta falta de innovación limita la posibilidad de desarrollar estructuras más livianas, resistentes y adaptadas a las necesidades locales, dejando un amplio margen para la investigación y aplicación de técnicas que optimicen los recursos disponibles.

Por lo tanto, existe una necesidad urgente de realizar estudios comparativos que permitan analizar el impacto de estos aditivos en la eficiencia del concreto y su aplicabilidad en el contexto de San Miguel. Este trabajo busca cerrar esta brecha de conocimiento, ofreciendo una alternativa técnica y práctica para mejorar la calidad de las construcciones en la región.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es la variación de las propiedades de un concreto de diseño convencional con adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el distrito de San Miguel 2024?

1.2.2 *Problemas específicos*

- a. ¿Cuál es la influencia de la adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el asentamiento de la mezcla fresca de concreto convencional en el distrito de San Miguel?
- b. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la resistencia a la compresión del concreto convencional en el distrito de San Miguel?
- c. ¿Cuál es la influencia de la aplicación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la resistencia a la flexión del concreto convencional en el distrito de San Miguel?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Comparar la variación de las propiedades del concreto convencional con aplicación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el distrito de San Miguel.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- a. Determinar la influencia de la adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el asentamiento de la mezcla fresca de concreto convencional en el distrito de San Miguel.



- b. Determinar el efecto de la incorporación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la resistencia a la compresión del concreto convencional el distrito de San Miguel.
- c. Determinar la influencia de la aplicación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la resistencia a la flexión del concreto convencional en el distrito de San Miguel.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

El desarrollo de mezclas de concreto que incluyan aditivos como macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno representa una novedad en la tecnología de los materiales de construcción. Técnicamente, estas adiciones ofrecen beneficios significativos, como una mejora en la resistencia a la fisuración, mayor durabilidad y reducción del peso estructural del concreto. La inclusión de macrofibras sintéticas contribuye a reforzar el material frente a cargas dinámicas y tensiones, mientras que las perlas de poliestireno proporcionan una mejora en las propiedades térmicas y acústicas. Este estudio es fundamental para evaluar el impacto de estas modificaciones en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, lo que podría servir como base para futuras aplicaciones en proyectos de infraestructura más eficientes y adaptados a las necesidades locales.

1.4.2 Justificación económica

Desde un enfoque económico, la incorporación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno podría contribuir a optimizar los costos a lo largo del ciclo de vida de las estructuras de concreto. Aunque los costos iniciales de los aditivos pueden ser mayores, se espera que su uso reduzca significativamente los gastos asociados al mantenimiento, reparación y rehabilitación de las estructuras debido a su mayor durabilidad. Además, al



reducir el peso del concreto, se podrían disminuir los costos de transporte y la necesidad de estructuras de soporte más robustas, generando ahorros en los proyectos constructivos. Este análisis también podría incentivar a los actores de la industria a invertir en soluciones más innovadoras y rentables a largo plazo.

1.4.3 Justificación social

Desde el punto de vista social, este proyecto responde a la necesidad de desarrollar soluciones constructivas más seguras, eficientes y adaptadas a las demandas urbanas. La mejora en las propiedades del concreto podría beneficiar directamente a la población al garantizar edificaciones más resistentes frente a fenómenos naturales en el distrito de San Miguel. Asimismo, la reducción en el peso de las estructuras podría facilitar la construcción de edificaciones más accesibles y funcionales. Este estudio busca contribuir al bienestar de la comunidad mediante la promoción de tecnologías que eleven los estándares de calidad en la construcción, impactando positivamente en la seguridad y calidad de vida de los habitantes.

1.4.4 Justificación ambiental

En términos ambientales, la utilización de materiales como las perlas de poliestireno y las macrofibras sintéticas puede aportar soluciones sostenibles al sector de la construcción. Las perlas de poliestireno, derivadas de un material reciclable, ofrecen una alternativa para reducir el impacto ambiental al reutilizar recursos que de otro modo se considerarían desechos. Además, al disminuir el peso del concreto, se reduce la cantidad de energía necesaria para su transporte y manejo, contribuyendo a una menor huella de carbono. Este enfoque está alineado con los objetivos globales de sostenibilidad, promoviendo prácticas constructivas más responsables con el medio ambiente. Este estudio pretende demostrar que la innovación en el diseño de materiales de construcción puede ser compatible con la preservación del entorno natural.



1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 *Hipótesis general*

La variación de las propiedades del concreto convencional con aplicación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el distrito de San Miguel, será positiva.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- a. La influencia de la adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno será positiva ya que mantendrá el asentamiento de la mezcla fresca de concreto convencional en el distrito de San Miguel.
- b. El efecto de la incorporación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno será positiva ya que incrementará la resistencia a compresión del concreto convencional en el distrito de San Miguel.
- c. La influencia de la aplicación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno será positiva ya que mejorará la resistencia a flexión del concreto convencional en el distrito de San Miguel.

1.6 Variables

1.6.1 *Variable independiente*

Macrofibras Sintéticas y Perlas de Poliestireno

- Adición de macrofibras sintéticas en 1.0%, 3.5% y 7.0% en relación al peso del cemento
- Adición de perlas de poliestireno en 1.0%, 3.5% y 7.0% en relación al peso del cemento

1.6.2 *Variable dependiente*

Propiedades del Concreto Convencional

- Asentamiento
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión



1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Valor final	Inst. de Medición	Tipo
V.I. 01: Macrofibras Sintéticas	Las macrofibras sintéticas son materiales de refuerzo utilizados en la construcción, para mejorar la resistencia y durabilidad.	Proporción del material	Porcentaje de macrofibra en la mezcla (1%, 3.5% y 7%).	%	Balanza de medición	Nominal
V.I. 02: Perlas de Poliestireno	Las perlas de poliestireno son pequeñas esferas de material plástico, utilizadas comúnmente como aditivo en mezclas de concreto para reducir el peso del material		Porcentaje perlas de poliestireno en la mezcla (1%, 3.5% y 7%).	%	Balanza de medición	Nominal
VD: Propiedades del Concreto Convencional	Características del concreto sin aditivos, utilizado como base de comparación.	Asentamiento	Slump	Pulg.	Equipos y herramientas de laboratorio	Continua
		Resistencia a la compresión	Módulo de rotura.	Kg/cm2	NTP 339.035	Continua
		Resistencia a flexión	Módulo de rotura a flexotracción	Kg/cm2	NTP 334.051 NTP 339.079	Continua

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según CCente et al., (2023) en su estudio “Adición de macrofibra sintética y microfibra acrílica con aditivo superplastificante al hormigón para mejorar sus propiedades mecánicas”, se presenta un diseño experimental enfocado en el hormigón reforzado con fibras naturales y aditivos superplastificantes, con el objetivo de analizar sus propiedades mecánicas y físicas. Las evaluaciones incluyeron ensayos de resistencia a la compresión realizados a los 7, 14 y 28 días, así como pruebas de resistencia a la flexión en vigas a los 14 y 28 días. Adicionalmente, se examinaron las características físicas del hormigón para complementar los resultados. Para llevar a cabo la investigación, se elaboraron tres muestras para cada dosificación, variando los porcentajes de macrofibra (MA), microfibra (MS) y aditivo superplastificante (AS). Los hallazgos evidenciaron mejoras significativas en el comportamiento mecánico del hormigón. Con una adición de 1.5% de microfibra (MS) y 0.8% de aditivo superplastificante (AS), se obtuvo la resistencia máxima a los 14 días de $f_r = 54.66 \text{ kg/cm}^2$, lo que representó un incremento del 37.33% en comparación con el hormigón convencional. Asimismo, al utilizar una combinación de 0.9% de macrofibra (MA) y 1.1% de aditivo superplastificante (AS), se logró una resistencia a la compresión máxima de $f_c = 299.63 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, superando en un 18.34% al concreto estándar. Estos



resultados confirman que la proporción de fibras y aditivos tiene un impacto directo en el rendimiento del material. En cuanto a las macrofibras, se observó que una mayor proporción de MA acompañada de un menor porcentaje de AS mejora considerablemente la resistencia del hormigón. Por otro lado, para las microfibras, se comprobó que emplear un porcentaje reducido de MA junto con un contenido elevado de AS resulta más efectivo, generando beneficios significativos en las propiedades mecánicas del material. En conclusión, el diseño experimental demuestra que la combinación adecuada de fibras naturales y aditivos superplastificantes puede optimizar notablemente las propiedades del hormigón, ofreciendo soluciones innovadoras, sostenibles y eficientes para aplicaciones estructurales.

Según Erasso et al., (2022) en su estudio titulado "Publicación: Uso de poliestireno expandido como agregado al concreto: Revisión literaria", El principal beneficio del uso de poliestireno expandido en concretos modificados es su contribución a la mitigación del impacto ambiental negativo generado por la mala disposición de este residuo. Dado que el EPS tiene un tiempo de degradación muy largo, su acumulación representa un grave problema para el medio ambiente y los ecosistemas. A través de una revisión exhaustiva del estado del arte y de los estudios previos, se concluye que la adición de poliestireno expandido modifica las propiedades mecánicas del concreto, destacándolo como un componente altamente funcional en concretos ligeros. Sin embargo, investigaciones han evidenciado que la resistencia compresiva y la densidad del concreto tienden a disminuir a medida que incrementa el porcentaje de EPS en la mezcla. Para contrarrestar estos efectos, se han utilizado aditivos como soluciones de propionato de polivinilo, aditivos aireantes, retenedores de agua y fluidificantes, así como tratamientos químicos y térmicos aplicados al EPS. Estas estrategias permiten mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, obteniendo mezclas con características técnicas óptimas para elementos tanto estructurales como no estructurales. Estudios que no emplean aditivos ni tratamientos al EPS presentan resultados con valores alejados de las resistencias de diseño,



acompañados de una disminución significativa en la densidad. Esto limita su aplicación a ciertos tipos de elementos. Según las investigaciones, el concreto modificado con EPS es adecuado principalmente para elementos estructurales horizontales diseñados con resistencias a compresión (f_c) de 2500 psi y 3000 psi. Sin embargo, no alcanza el 100% de las resistencias requeridas en diseños de 3500 psi, 4000 psi y 4500 psi. Entre los elementos estructurales aptos para su construcción con concreto modificado con EPS se incluyen vigas, losas macizas, y losas aligeradas en una o dos direcciones. Asimismo, este material se puede emplear en elementos no estructurales como bordillos, andenes, placas huellas, dinteles para ventanas y puertas. Este enfoque resalta el potencial del EPS como un material sostenible y versátil, adecuado para aplicaciones específicas que contribuyan al desarrollo de construcciones más económicas y ambientalmente responsables.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según Asto y Quiroz, (2021) en su investigación titulada "Desempeño de la macrofibra sintética para mejorar las propiedades mecánicas del concreto", tuvo como propósito principal analizar el efecto de las macrofibras sintéticas como refuerzo estructural, con el objetivo de optimizar las propiedades mecánicas del concreto, tomando como referencia normativas nacionales e internacionales. El concreto convencional suele presentar limitaciones ante las tensiones provocadas por cargas de servicio, lo que resalta la necesidad de implementar refuerzos innovadores, como las macrofibras sintéticas, para potenciar su desempeño estructural. Se realizó bajo un enfoque documental, bibliográfico y descriptivo, utilizando un diseño correlacional y explicativo. Se fundamentó en investigaciones previas como base para la recopilación de datos, empleando un método deductivo y un enfoque cuantitativo. La obtención de información fue de carácter retrospectivo y descriptivo, permitiendo un análisis integral de los efectos de las macrofibras en las propiedades del concreto. Los resultados mostraron que las macrofibras sintéticas presentan un rendimiento óptimo dentro de un rango de dosificación de 4.6 a 9.3 kg/m^3 , dependiendo de la propiedad mecánica evaluada. Mientras que la resistencia



compresiva, se observó un aumento del 8% al emplear 9.1 kg/m^3 de macrofibras poliméricas. Para la resistencia a tracción, se alcanzó un aumento notable del 73% con una proporción del 7.18 kg/m^3 de fibras de polipropileno-polietileno. En relación con la resistencia a flexión, se evidenció un incremento del 82% al utilizar 5.4 kg/m^3 de fibras de poliolefina, mientras que la resistencia a cortante mostró una mejora del 73% con una proporción del 7.18 kg/m^3 de fibras de polipropileno-polietileno. Por otro lado, la tenacidad del concreto alcanzó valores óptimos con dosificaciones de 16 kg/m^3 para losas y 13 kg/m^3 para vigas, evidenciando una mejora sustancial en la capacidad del concreto para absorber energía. Todos los ensayos fueron realizados después de un proceso de curado de 28 días, lo cual permitió evaluar el desempeño del concreto bajo condiciones controladas y estándar. En conclusión, la inclusión de macrofibras sintéticas optimiza de manera significativa las cualidades mecánicas del concreto, posicionándolas como una alternativa efectiva para incrementar su resistencia, durabilidad y desempeño estructural en aplicaciones prácticas.

Según Enciso, (2020) en su estudio titulado "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco, 2020", tuvo como propósito principal examinar las propiedades del concreto ligero modificado con perlas de poliestireno, evaluando su desempeño en la construcción de viviendas de interés social en la ciudad de Cusco. El estudio se basó en un análisis experimental utilizando un diseño de tipo "puro", permitiendo establecer relaciones de causa-efecto entre las variables independientes y dependientes a través de ensayos realizados en laboratorio. La metodología incluyó la sustitución parcial de agregados finos por perlas de poliestireno expandido, con el objetivo de aligerar la mezcla de concreto. Se llevaron a cabo ensayos para medir la resistencia a compresión, flexión, tensión indirecta y módulo de elasticidad. Los resultados mostraron que, con una dosificación óptima del 5% de perlas de poliestireno como reemplazo de los agregados finos, se alcanzaron valores mecánicos significativos. La resistencia compresiva promedió



200.92 kg/cm², mientras que la resistencia a flexión registró una tenacidad máxima de 18.58 kg/cm². El módulo de elasticidad alcanzó 198,632 kg/cm², y la resistencia a tensión indirecta evidenció un aumento, logrando 31.74 kg/cm². Los análisis realizados indicaron que la incorporación de perlas de poliestireno expandido redujo las resistencias a compresión y flexión, lo que implica una disminución en la capacidad portante de la mezcla. Sin embargo, se observaron mejoras en el módulo de elasticidad y en la resistencia a tensión indirecta, lo que resalta su utilidad en aplicaciones específicas, particularmente en proyectos donde el peso del concreto juega un rol crítico. En conclusión, aunque el uso de perlas puede limitar ciertas cualidades mecánicas del concreto, también proporciona ventajas significativas en términos de reducción de peso y optimización de propiedades como el módulo de elasticidad y la resistencia a tracción indirecta. Estas características hacen del concreto ligero una alternativa adecuada para la construcción de viviendas económicas en Cusco, donde las condiciones estructurales y presupuestarias son factores clave.

2.1.3 Antecedentes regionales

Según Aqise y Meneses, (2022) en su investigación titulada "Evaluación del concreto en un pavimento rígido con la incorporación de fibra de polipropileno en la ciudad de Puno - 2022", se centró en la inclusión de fibra de polipropileno como una estrategia para mitigar los problemas recurrentes en pavimentos rígidos, como fisuras y grietas provocadas por condiciones climáticas adversas, como lluvias y heladas, así como por un tráfico intenso. Para cumplir con los objetivos, se llevó a cabo inicialmente la caracterización de los materiales provenientes de la cantera, incluyendo análisis granulométrico y el diseño de la mezcla, utilizando piedra chancada y arena gruesa. Los resultados confirmaron que los materiales cumplían con los requisitos establecidos según las curvas granulométricas. Posteriormente, se diseñaron mezclas de concreto convencional y concreto modificado con fibra de polipropileno en proporciones de 200 g/m³,



400 g/m³ y 600 g/m³. En cuanto a las propiedades físicas, se evaluaron parámetros como contenido de aire, temperatura y asentamiento, comparando las variaciones entre las mezclas con diferentes cantidades de fibra y la mezcla estándar. Para evaluar las propiedades mecánicas, se elaboraron 81 probetas con las distintas proporciones de fibra de polipropileno y 27 probetas sin fibra. Estos especímenes fueron sometidos a una serie de pruebas que incluían compresión, flexión y tracción indirecta. Tras 28 días de curado, los resultados mostraron que la dosis de 400 g/m³ produjo una notable mejora de las características mecánicas del hormigón. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión del hormigón aumentó en un 8,37%, su resistencia a la flexión aumentó en un 39,01% y su resistencia a la tracción indirecta aumentó en un 11,15%. En resumen, la incorporación de fibra de polipropileno al hormigón en una dosis de 400 gramos por metro cúbico mejora sustancialmente las características físicas y mecánicas del material. Esto, a su vez, hace que el hormigón sea más adecuado para su uso en pavimentos rígidos al aumentar su resistencia y reducir su susceptibilidad al fallo estructural.

Según Jamachi y Zavala, (2022) en su investigación titulada "Influencia del Poliestireno Expandido Reciclado en la Elaboración de Unidades de Albañilería de Concreto Liviano para Muros Portantes, Juliaca 2022" tuvo como objetivo principal evaluar cómo afecta la incorporación de poliestireno expandido reciclado (PER) a las propiedades de las unidades de albañilería de concreto liviano diseñadas para muros portantes. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, de carácter aplicado, y se desarrolló bajo un diseño experimental. En este trabajo, la variable independiente fue el porcentaje de poliestireno utilizado, mientras que la variable dependiente correspondió a las propiedades de las unidades de albañilería. La población estuvo compuesta por muros de tabiquería y muros portantes, seleccionándose como muestra unidades de concreto liviano fabricadas con distintas proporciones de PER. El desarrollo experimental se basó en el método de diseño de mezcla Walker, utilizando una relación agua-cemento de 0.6. Se estableció una mezcla de referencia a la que se incorporaron porcentajes de poliestireno expandido



reciclado del 20%, 30% y 40% en relación al volumen de la arena, obteniendo cuatro dosificaciones distintas para reducir el peso del concreto. Las unidades fabricadas tenían dimensiones estándar de 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 9 cm de alto. Tras un periodo de curado de 28 días, se llevaron a cabo ensayos para determinar la resistencia característica a la compresión ($f'b$) y el peso unitario seco (PUS). Los resultados fueron los siguientes: Dosificación 1: $f'b= 128.34 \text{ kg/cm}^2$, $\text{PUS}= 2253.44\text{kg/m}^3$. Dosificación 2: $f'b= 106.16\text{kg/cm}^2$, $\text{PUS}= 1918.32\text{kg/m}^3$. Dosificación 3: $f'b= 90.00\text{kg/cm}^2$, $\text{PUS}= 1752.87\text{kg/m}^3$. Dosificación 4: $f'b= 77.06\text{kg/cm}^2$, $\text{PUS}= 1585.15 \text{ kg/m}^3$. De acuerdo con la Norma Técnica RNE E.070, todas las dosificaciones cumplen con los requisitos para unidades de albañilería sólida destinadas a muros portantes. Además, las dosificaciones 3 y 4, al presentar pesos unitarios secos inferiores a 1850 kg/m^3 , clasifican como concreto liviano según la Norma RNE E.060. En síntesis, el uso de poliestireno reciclado permitió reducir de manera significativa el peso del concreto, logrando unidades de albañilería livianas sin comprometer su capacidad estructural para muros portantes.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Macrofibra*

A efectos del hormigón, una macrofibra es un componente de tipo monofilamento o multifilamento, de dimensiones reducidas (unos 5 cm de longitud) y creado a partir de materiales como acero, vidrio o polímeros sintéticos. Además de tener secciones transversales redondas, ovaladas o rectangulares, estas fibras tienen diámetros comparables que oscilan entre 0,4 mm y 1,5 mm para sus diámetros. La incorporación de estos materiales al hormigón en estado fresco o fluido puede realizarse mediante técnicas mecánicas o manuales. Se crean expresamente para este fin. Su dispersión en la mezcla debe ser uniforme, dispersa y discontinua, y deben integrarse no sólo en la pasta de mortero sino también entre las partículas de hormigón (Torres, 2018).



Las macrofibras sintéticas son aditivos utilizados en la mezcla de concreto con el objetivo de mejorar sus características, especialmente en términos de resistencia y longevidad. Estas fibras se fabrican a partir de materiales sintéticos de gran resistencia, capaces de soportar las altas concentraciones de alcalinidad presentes en el concreto, así como las condiciones ambientales extremas. Debido a estas propiedades, las macrofibras sintéticas son especialmente adecuadas para ser empleadas en estructuras que estarán expuestas a entornos agresivos, donde la durabilidad y la estabilidad son factores cruciales para el rendimiento a largo plazo del material (Rojas, 2017).

A diferencia de las fibras metálicas, que son propensas a la corrosión en presencia de humedad, cloruros y otros agentes agresivos, las macrofibras sintéticas no sufren procesos de oxidación. Esto las convierte en una alternativa más duradera y confiable en términos de resistencia química y estabilidad frente a ataques ambientales. Su uso en el hormigón garantiza una mayor vida útil y un desempeño más eficiente en condiciones exigentes.

Además de su resistencia a la corrosión, las macrofibras sintéticas tienen una composición química que las hace altamente estables frente a muchos tipos de ataques químicos, lo que refuerza aún más la durabilidad del hormigón. Sin embargo, estas fibras también presentan ciertas limitaciones. Pueden degradarse cuando están expuestas a los resultados de la exposición a los rayos UV, dependiendo del tipo de material con el que estén hechas, algunas tienen un punto de vitrificación a temperaturas de alrededor de -20 °C. También pierden sus propiedades físicas y mecánicas cuando se exponen a temperaturas superiores a 50 °C, lo que limita su aplicación en ciertos entornos térmicamente exigentes (Rivera & Vera, 2024).

Las macrofibras sintéticas son generalmente fabricadas como fibras copoliméricas 100% vírgenes de alto desempeño, diseñadas específicamente para sustituir los refuerzos de acero en diversas aplicaciones del hormigón. Ofrecen ventajas significativas tanto técnicas como económicas, ya que reducen el costo y el tiempo de instalación al eliminar

la necesidad de refuerzos metálicos, y mejoran la resistencia al impacto, el control de fisuras y la durabilidad general del hormigón (Lopez, 2023).

Adicionalmente, estas fibras contribuyen al mejoramiento del comportamiento del hormigón ante cargas dinámicas y a la reducción de fisuras por retracción plástica y térmica, distribuyendo los esfuerzos de manera uniforme en la matriz del material. Su uso es especialmente efectivo en aplicaciones como pavimentos, pisos industriales, túneles y elementos prefabricados, donde el desempeño mecánico y la durabilidad son factores clave.

2.2.1.1 Macrofibras en el concreto

El uso de macrofibras como refuerzo en concretos ofrece múltiples beneficios que mejoran tanto sus propiedades mecánicas como su desempeño a nivel estructural. A diferencia del concreto tradicional, que presenta limitaciones en su capacidad para resistir cargas dinámicas o tensiones inducidas por retracción plástica e hidráulica, los concretos reforzados con fibras muestran un comportamiento significativamente mejorado desde las primeras edades de endurecimiento (Amaya & Ramírez, 2019).

Uno de los principales aportes de las macrofibras es su capacidad para controlar el fisuramiento temprano del concreto, particularmente el causado por retracción plástica y tensiones hidráulicas. Este control contribuye a la durabilidad del material, ya que reduce la aparición de grietas que podrían comprometer la integridad de la estructura con el tiempo. Además, las macrofibras incrementan la resistencia al impacto, haciéndolo más apto para aplicaciones en las que el concreto está sometido a condiciones de carga cíclica o repentinas (Lopez, 2023).

A nivel estructural, las macrofibras distribuyen las cargas de manera uniforme en toda la matriz del concreto, lo que mejora su capacidad de carga y reduce los puntos de concentración de esfuerzos. Este comportamiento contrasta con el de las mallas electrosoldadas, que absorben las cargas de forma puntual, creando zonas de mayor

debilidad o estrés. Por este motivo, las macrofibras son una alternativa eficaz y eficiente para reforzar el concreto en aplicaciones donde se requieren propiedades mecánicas homogéneas (Narro, 2022).

Además de estas ventajas, el uso de macrofibras facilita el proceso de construcción, ya que elimina la necesidad de colocar refuerzos tradicionales como mallas o barras en ciertas aplicaciones. Esto no solo reduce el tiempo y los costos de instalación, sino que también disminuye los riesgos asociados a errores en la colocación del refuerzo.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, las macrofibras ofrecen un beneficio considerable. Al contribuir a la mejora de la resistencia y la durabilidad del concreto, estas fibras ayudan a extender la vida útil de las estructuras. Esto resulta en una menor necesidad de realizar reparaciones constantes, lo que a su vez disminuye el consumo de materiales y la demanda de energía a lo largo del tiempo. De esta forma, el uso de macrofibras no solo optimiza la eficiencia de las construcciones, sino que también favorece la reducción del impacto ambiental asociado con el mantenimiento y la renovación de infraestructuras.

2.2.1.2 Beneficios y ventajas de las macrofibras

El uso de macrofibras en el concreto ha demostrado ser una solución avanzada y eficiente, ofreciendo múltiples beneficios tanto en términos de rendimiento estructural como en la optimización de costos y procesos constructivos. A continuación, se detallan sus principales beneficios y ventajas según (Asto & Quiroz, 2021):

▪ **Beneficios**

1. Resistencias Equivalentes a Refuerzos Metálicos:

Las macrofibras ofrecen niveles de resistencia comparables a los que se logran utilizando mallas de acero electrosoldado y varillas de refuerzo. Esta equivalencia en resistencia se confirma a través de los cálculos realizados en ingeniería estructural, que demuestran que las propiedades mecánicas del concreto reforzado



con macrofibras pueden igualar a las de los métodos tradicionales de refuerzo, como el acero.

2. Control y Mitigación de Agrietamiento:

- Reducen y controlan el agrietamiento por contracción plástica durante el fraguado.
- Disminuyen la segregación de los componentes de la mezcla y el sangrado del concreto.

3. Refuerzo Tridimensional:

Ofrecen un refuerzo eficaz contra micro y macroagrietamientos al distribuirse de manera uniforme en toda la matriz del concreto.

4. Optimización en Concreto Lanzado:

- Reducen el desgaste del equipo utilizado en aplicaciones de concreto lanzado.
- Minimizan el rebote de material durante la proyección, incrementando la eficiencia y el espesor del recubrimiento en comparación con las fibras de acero.

5. Mejoras en Desempeño y Durabilidad:

- Incrementan la resistencia a la fatiga, la tenacidad a la flexión y la capacidad de absorción de impactos.
- Prolongan la vida útil de las estructuras al aumentar su durabilidad.

6. Reducción de Costos:

Al reemplazar la malla de acero electrosoldada, las macrofibras eliminan la necesidad de cortes, colocaciones precisas y anclajes, reduciendo significativamente los costos en mano de obra y materiales.

7. Facilidad de Uso:

- Pueden agregarse fácilmente a la mezcla de concreto en cualquier etapa previa a su colocación, simplificando el proceso de producción.
- Su aplicación está certificada bajo normas internacionales como ASTM C1399, C1550, C1609 y C1018, asegurando calidad y desempeño.

▀ Ventajas



1. Control de Contracción Plástica:

Las macrofibras minimizan la contracción plástica asociada al secado diferido, reduciendo las probabilidades de agrietamiento temprano.

2. Reforzamiento Multidimensional:

A diferencia de las fibras metálicas o mallas, las macrofibras proporcionan un reforzamiento tridimensional que abarca toda la masa del concreto.

3. Mayor Resistencia Mecánica:

- Mejoran significativamente la resistencia a flexión, aumentando la capacidad estructural de los elementos reforzados.
- Incrementan la resistencia al impacto, la fatiga y la abrasión.

4. Durabilidad Extendida:

- Refuerzan la dureza del concreto, haciéndolo más resistente frente a condiciones adversas.
- Aumentan su durabilidad, reduciendo los costos asociados al mantenimiento y reparación de las estructuras.

5. Sustitución de Refuerzos Metálicos:

Las macrofibras reemplazan eficazmente materiales tradicionales como la malla de alambre soldado, refuerzos metálicos de calibre delgado y fibras de acero, eliminando los problemas relacionados con la corrosión y el manejo de estos materiales.

2.2.2 Perlas de poliestireno

Son un material resultante de un polímero sintético cuyo componente base es el estireno, un compuesto químico líquido. El estireno, al someterse a un proceso de polimerización, forma largas cadenas de macromoléculas que dan origen al poliestireno. En este proceso, el estireno se mezcla con agua y un agente expansor, comúnmente el hidrocarburo pentano (C_5H_{12}). Este compuesto es fundamental, ya que permite que el poliestireno sea transformado en su forma expansible. A partir de esta formulación, se



obtiene un material versátil que puede adoptar diversas presentaciones comerciales, adecuadas para distintas aplicaciones (Chuquilin, 2019).

El poliestireno expansible tiene un origen completamente artificial, dado que no se encuentra de manera natural en el medio ambiente. Su producción implica procesos industriales de sintetización diseñados específicamente para crear este material. Durante su fabricación, el poliestireno expansible se somete a un procedimiento de pre-expansión, en el que se calienta en recipientes industriales a temperaturas que oscilan entre 90 °C y 105 °C. Este calentamiento activa el agente expansor, lo que provoca un aumento de volumen significativo en las partículas, alcanzando hasta 50 veces su tamaño original. Este proceso da lugar a las pequeñas esferas características conocidas como "perlitas" de poliestireno (Barboza & Leon, 2023).

Posteriormente, estas perlitas recién formadas se dejan reposar durante un tiempo controlado. Este periodo de reposo permite que las partículas se estabilicen a través de la penetración de aire en su interior, secándolas y fijando su volumen final. El resultado es un material ligero y estable, listo para ser utilizado como un componente clave en diversas aplicaciones, como en la fabricación de hormigones ligeros (Barboza & Leon, 2023).

Las perlitas de poliestireno, cuando se emplean como agregado en la producción de hormigón, aportan propiedades específicas que mejoran su desempeño en aplicaciones donde se requieren materiales ligeros. Gracias a su baja densidad y alta capacidad de aislamiento térmico, estas esferas permiten reducir el peso total del hormigón sin comprometer su integridad estructural. Además, su estructura porosa contribuye a mejorar las propiedades de aislamiento acústico y térmico del hormigón, haciéndolo ideal para proyectos que buscan eficiencia energética (Ventura, 2021).

Para optimizar su desempeño en mezclas de hormigón, las perlitas de poliestireno suelen combinarse con aditivos especiales. Estos aditivos están diseñados para mejorar la cohesión de la mezcla, reducir la segregación de los materiales y garantizar una adecuada

trabajabilidad, asegurando que el hormigón resultante cumpla con las exigencias del proyecto.

2.2.3 Concreto

El concreto, también conocido como hormigón, es un material de construcción ampliamente utilizado debido a sus excelentes propiedades mecánicas y versatilidad. En términos generales, el concreto es una mezcla aglutinante compuesta por varios elementos fundamentales: cemento, que actúa como el agente cohesivo; agregados gruesos y finos, que funcionan como material de relleno y proporcionan resistencia y estabilidad; agua, que es esencial para la hidratación del cemento y la cohesión de la mezcla; y, en muchos casos, aditivos químicos que mejoran propiedades específicas como la resistencia, durabilidad, manejabilidad o tiempo de fraguado (Mestanza & Tarrillo, 2023).

Cuando estos materiales se combinan en proporciones adecuadas y se someten a un proceso de mezclado, la mezcla resultante, inicialmente plástica y trabajable, comienza a endurecerse debido a reacciones químicas entre el cemento y el agua (hidratación del cemento). Este proceso de endurecimiento transforma la mezcla en un cuerpo compacto y monolítico, frecuentemente descrito como una "piedra artificial" (Gonzales & Ramos, 2023).

El concreto endurecido es reconocido por su capacidad para soportar grandes cargas y resistir diversos esfuerzos, como compresión, lo que lo convierte en un material clave para la construcción de elementos estructurales como cimientos, columnas, vigas, losas y pavimentos. Además, es altamente adaptable, ya que puede moldearse en formas variadas antes de endurecerse, lo que permite su uso en una amplia gama de aplicaciones constructivas (Narro, 2022).

2.2.3.1 Componentes

- **Agregados**



Los agregados son materiales sólidos de origen natural o artificial, obtenidos a través de procesos mecánicos en la naturaleza, como la erosión y sedimentación, o mediante extracción y procesamiento en canteras. Su tamaño y forma varían ampliamente, desde partículas finas como la arena hasta fragmentos más grandes como la grava o piedras trituradas. Los agregados representan un componente esencial en la fabricación del concreto u hormigón, desempeñando un papel primordial en sus cualidades físicas, mecánicas y económicas (Salas, 2019).

En el concreto, los agregados constituyen más del 70% del volumen total de un metro cúbico, lo que los convierte en el componente predominante. Esta alta proporción no solo contribuye a reducir el costo de producción del concreto, ya que los agregados son generalmente más económicos que otros componentes como el cemento, sino que también influye significativamente en sus propiedades mecánicas y de durabilidad. La elección adecuada del tipo y calidad del agregado es crucial para garantizar un rendimiento óptimo del concreto en función del uso deseado (Pérez & Flores, 2019).

La forma y textura de los agregados son determinantes en el comportamiento del concreto. Los agregados angulares, por ejemplo, ofrecen una mejor adherencia con la pasta de cemento, aumentando la resistencia mecánica y la estabilidad del material. Por otro lado, los agregados redondeados favorecen una mayor trabajabilidad y fluidez en la mezcla fresca. La granulometría, es decir, la distribución de los tamaños de las partículas, también es esencial, ya que influye en la compactación, densidad y minimización de vacíos en la mezcla (Arce & Faustino, 2023).

La calidad de los agregados se define por diversos factores, entre ellos:

- Origen: Puede ser natural (arena de río, grava) o artificial (agregados reciclados o producidos por trituración). La pureza del material y la ausencia de impurezas, como arcillas o materia orgánica, son fundamentales para evitar problemas de adherencia o debilitamiento de la mezcla.

- Distribución granulométrica: Una mezcla bien graduada de tamaños asegura una buena compactación, mejorando la resistencia y reduciendo la porosidad.
- Forma y textura superficial: Las partículas pueden ser angulares, redondeadas o alargadas. La textura puede variar de lisa a rugosa, lo que afecta directamente la trabajabilidad y la cohesión de la mezcla.
- Densidad: Los agregados pueden ser densos, ligeros o de peso medio, dependiendo de su composición. Los agregados ligeros son ideales para concreto de baja densidad, mientras que los densos se usan en estructuras que requieren alta resistencia.
- Resistencia y durabilidad: Los agregados deben ser resistentes a la fragmentación, al desgaste y a condiciones ambientales adversas, como ciclos de congelación y descongelación.
- Absorción y porosidad: Estas características afectan la cantidad de agua necesaria en la mezcla, lo que influye en la relación agua-cemento y, en consecuencia, en la resistencia y durabilidad del concreto.

❖ Tipos de agregado

El agregado fino: es un material granular de pequeñas dimensiones que desempeña un rol esencial en la elaboración de concreto, morteros y otros productos utilizados en el sector de la construcción. Este componente puede tener un origen natural, resultante de la descomposición y erosión gradual de las rocas debido a agentes geológicos como el agua, el viento y otros fenómenos naturales que actúan a lo largo del tiempo. También puede obtenerse de forma artificial a través de procesos industriales en los que las rocas son sometidas a trituración y tamizado, dando lugar a partículas de menor tamaño y características controladas (Zegarra, 2023).

Para que un material sea clasificado como agregado fino, es necesario que sus partículas pasen a través de un tamiz estandarizado con una apertura de 9.4 mm, lo que equivale a 3/8 de pulgada. Además, debe cumplir con las especificaciones establecidas en

las normativas técnicas correspondientes, como las Normas Técnicas Peruanas (NTP), las normas ASTM u otras equivalentes, dependiendo del contexto geográfico y regulatorio. Estas normativas garantizan que el agregado posea las propiedades requeridas para su empleo en diferentes aplicaciones constructivas, asegurando su calidad, consistencia y desempeño en las mezclas donde se utilice (Chavez & Panta, 2024).

El agregado fino no solo aporta características específicas al concreto y a los morteros, como la trabajabilidad y cohesión, sino que también influye en la densidad y resistencia de las mezclas. Por ello, su correcta selección y evaluación según las normas técnicas es fundamental para garantizar que los materiales de construcción cumplan con los estándares de calidad y seguridad exigidos en cada proyecto.

El agregado grueso: es un material de origen pétreo que desempeña un papel crucial en el ámbito de la construcción, principalmente en la fabricación de concreto y otros elementos estructurales. Este material se distingue por su tamaño, resistencia y su capacidad para influir en las propiedades mecánicas y físicas del concreto, contribuyendo a mejorar su durabilidad, resistencia a la compresión y estabilidad dimensional (Zegarra, 2023).

En cuanto a su origen, el agregado grueso puede ser natural o artificial. El primero proviene de la desintegración y fragmentación natural de rocas, como las volcánicas, a través de procesos geológicos que incluyen la erosión causada por el viento, el agua u otros agentes de la naturaleza. Por otro lado, el agregado de origen artificial se produce mediante la trituración mecánica de grandes bloques de roca en plantas industriales o canteras, un proceso controlado que da lugar a partículas con características específicas (Ccasani & Ferro, 2017).

Para clasificar un material como agregado grueso, se utilizan estándares establecidos por normativas técnicas nacionales e internacionales. Según la norma peruana NTP 400.037:2021 y el estándar internacional ASTM C33, se considera agregado



grueso aquel cuyas partículas son retenidas por un tamiz de 4.75 mm (equivalente al tamiz N° 4). Por el contrario, las partículas que atraviesan este tamiz son clasificadas como agregado fino. Esta clasificación garantiza que cada tipo de agregado cumpla con los requisitos técnicos necesarios para aplicaciones específicas en la construcción (Saldaña & Mego, 2019).

Las partículas de agregado grueso pueden variar en su forma y textura superficial. Entre las más comunes se encuentran los cantos rodados, que presentan formas redondeadas y superficies lisas debido a su transporte y desgaste natural por corrientes de agua o glaciares. En contraste, el agregado triturado posee formas angulares y superficies rugosas, resultado del proceso mecánico de trituración. Esta diferencia en forma y textura puede influir significativamente en la adherencia entre el agregado y la pasta de cemento, lo que impacta las propiedades del concreto final (Anchiraico & Gutierrez, 2022).

Además de sus características físicas, la selección del agregado grueso debe considerar su calidad, durabilidad y compatibilidad con el diseño de mezcla propuesto. Factores como la resistencia al desgaste, la absorción de agua y la resistencia química frente a agentes agresivos son fundamentales para asegurar que el agregado cumpla con las expectativas de desempeño a largo plazo, especialmente en condiciones ambientales adversas (Andía, 2022).

▪ **Cemento**

El cemento es un conglomerante de naturaleza inorgánica y mineral que se obtiene mediante un proceso de producción industrial, a partir de la molienda de materiales calcinados, principalmente clinker, junto con pequeñas cantidades de yeso y otros aditivos. Este material, al ser amasado con agua, forma una pasta que, durante su proceso de secado y endurecimiento, experimenta reacciones químicas conocidas como hidrólisis e hidratación. Estas reacciones químicas transforman los componentes iniciales en



productos hidratados que poseen propiedades mecánicas estables, alta resistencia y durabilidad (Chavez & Panta, 2024).

Una de las características más sobresalientes del cemento es su capacidad para formar una pasta con propiedades adhesivas y cohesivas cuando se mezcla con una cantidad adecuada de agua. Estas propiedades lo convierten en un material fundamental para la producción de concreto (o hormigón), el cual resulta de la combinación del cemento con agregados de origen pétreo, como arena y grava. Este compuesto es actualmente el material más utilizado en la construcción a nivel mundial debido a su versatilidad, resistencia y capacidad para adaptarse a diversas aplicaciones estructurales (Juarez & Quispe, 2021).

El cemento juega un papel crucial en las mezclas de concreto, ya que proporciona una adecuada lubricación en el estado fresco, permitiendo que la mezcla sea fluida, manejable y fácil de trabajar. Además, una vez que el concreto endurece, el cemento otorga la resistencia necesaria para soportar las sollicitaciones mecánicas a las que será sometido, ya sea en elementos estructurales como columnas, vigas, losas o cimientos, o en aplicaciones más específicas como pavimentos y muros de contención (Martínez, 2022).

En su estado fresco, la función del cemento radica en conferir cohesión y trabajabilidad a la mezcla, facilitando su colocación y compactación. Por otro lado, en el estado endurecido, su papel se centra en garantizar la durabilidad y resistencia del concreto, lo que lo hace capaz de soportar cargas considerables y condiciones ambientales adversas.

A lo largo de las últimas décadas, la industria ha desarrollado diferentes tipos de cementos adaptados a diversas necesidades constructivas. Estos incluyen cementos resistentes a sulfatos, cementos de alta resistencia inicial, cementos de bajo calor de hidratación y otros formulados específicamente para mejorar la durabilidad frente a condiciones climáticas extremas o ambientes agresivos. Esta diversidad de opciones ha

contribuido a consolidar al cemento como un material esencial y versátil en el ámbito de la construcción y la ingeniería civil (Rojas, 2022).

▪ **Agua**

El agua desempeña un rol esencial en la fabricación del concreto, actuando como el catalizador principal en el proceso químico de hidratación del cemento. Este proceso es lo que permite que la mezcla alcance las características de fraguado y desarrolle las propiedades mecánicas necesarias, como resistencia y durabilidad, que son fundamentales para la integridad estructural de cualquier construcción. No obstante, no cualquier agua es adecuada para este propósito, ya que su composición química y pureza pueden influir directamente en la calidad del concreto (Lopez, 2023).

De acuerdo con normativas internacionales y locales, como las ASTM, NTP y otras regulaciones específicas de cada región, el agua empleada en la preparación y conservación del concreto debe ser potable, es decir, apta para el consumo humano. Esto no implica únicamente que el agua sea segura para beber, sino que también cumpla con ciertos parámetros de calidad química y microbiológica que aseguren que no alterará negativamente las propiedades del concreto. La razón detrás de esta exigencia es que el agua potable, al estar libre de contaminantes como aceites, ácidos, álcalis, sales o materia orgánica en niveles perjudiciales, garantiza una interacción óptima con los componentes del concreto (Irigoin & Rodríguez, 2021).

La importancia de utilizar agua de calidad adecuada radica en su influencia directa en el desarrollo de las propiedades finales del concreto. Durante el proceso de hidratación, los compuestos del cemento reaccionan con el agua para formar productos cristalinos que otorgan al concreto su resistencia y estabilidad. Si el agua contiene impurezas o contaminantes, estas pueden interferir con esta reacción, causando problemas como una reducción de la resistencia, un fraguado irregular o incluso la formación de fisuras prematuras (Arzapalo, 2020).

Además de su uso en la mezcla inicial, el agua también juega un papel crucial en la etapa de curado del concreto. Durante esta fase, se debe mantener un nivel adecuado de humedad en la superficie del concreto para evitar la evaporación rápida del agua interna, lo cual podría interrumpir el proceso de hidratación y llevar a una disminución de la resistencia final. En este caso, el agua utilizada para el curado también debe ser de calidad potable para evitar que los contaminantes se depositen en la superficie o penetren en la estructura, comprometiendo su durabilidad (Lopez, 2023).

El uso de agua no apta para concreto puede traer consecuencias significativas, como el debilitamiento de la estructura, la aparición de eflorescencias (depósitos blancos de sales en la superficie) o la aceleración de procesos de corrosión en elementos reforzados. Por ello, los ingenieros y constructores deben asegurarse de que el agua utilizada en todas las fases del concreto cumpla con las especificaciones técnicas establecidas.

2.2.3.2 Propiedades

▫ Trabajabilidad

Es una característica fundamental que define la facilidad con la que se pueden realizar tareas como mezclar, transportar, verter y compactar la mezcla durante el proceso constructivo. Esta propiedad no es un valor absoluto, sino que varía en función de las condiciones específicas y los métodos, ya sean manuales o mecanizados, empleados en cada etapa del manejo del concreto. Por lo tanto, la trabajabilidad debe evaluarse en relación con las circunstancias particulares en las que se desarrolla el proceso, ya que un concreto diseñado para una técnica de vaciado y compactación específica podría comportarse de manera distinta si esas condiciones cambian (Filio, 2024).

La trabajabilidad está influenciada por una combinación de factores clave, entre los que destacan el equilibrio adecuado de los componentes de la mezcla, el contenido de agua, la proporción de finos y gruesos, y la viscosidad del concreto. Estos elementos



interactúan para garantizar que la masa del concreto pueda fluir de manera continua, ya sea mediante el movimiento natural bajo su propio peso o a través de acciones mecánicas, como vibrado o bombeo. Mantener este equilibrio es esencial para lograr una mezcla homogénea y para prevenir problemas como segregación o exudación, que podrían afectar negativamente la calidad del concreto final (Rojas, 2023).

Uno de los principales retos relacionados con la trabajabilidad es asegurar que el concreto cumpla con las especificaciones técnicas y las demandas del proyecto sin comprometer su desempeño en otras áreas. Por ejemplo, una mezcla diseñada para ser altamente fluida y trabajable podría requerir ajustes en el contenido de agua o la incorporación de aditivos superplastificantes para evitar una reducción en la resistencia o durabilidad del concreto. En este sentido, lograr un diseño de mezcla óptimo implica encontrar un balance entre la facilidad de manipulación y las propiedades mecánicas y estructurales requeridas (Lopez, 2023).

Además, las condiciones ambientales, como la temperatura, la humedad y la velocidad del viento, también pueden influir significativamente en la trabajabilidad del concreto. Por ello, es crucial realizar ajustes en tiempo real durante el proceso de preparación y manejo para garantizar que la mezcla se mantenga en condiciones adecuadas hasta su colocación y compactación.

En síntesis, la trabajabilidad no solo es un indicador de la facilidad con la que se puede manejar el concreto, sino que también es un reflejo de la calidad y coherencia del diseño de mezcla. Una mezcla bien trabajable permite optimizar el tiempo y los recursos en obra, reduce el riesgo de defectos en la estructura y asegura que el concreto cumpla con las expectativas de desempeño a corto y largo plazo. Por ello, evaluar y ajustar la trabajabilidad en cada etapa del proceso es una tarea crítica para cualquier proyecto de construcción exitoso.

▪ **Resistencia a compresión**

Es una de las propiedades más cruciales y frecuentemente evaluadas en el concreto, ya que refleja su habilidad para resistir cargas sin que se produzcan fallos en su estructura bajo presiones de compresión. Esta propiedad es fundamental para garantizar que el material pueda desempeñarse de manera efectiva en diversas aplicaciones. Las normativas técnicas y los códigos de diseño, como las normas ASTM, ACI o NTP, ponen un énfasis especial en esta característica, ya que se considera un parámetro esencial para medir la calidad y el rendimiento del concreto en diversas situaciones estructurales (Díaz & Leon, 2024).

En el diseño estructural, la resistencia a la compresión es el criterio principal para garantizar la seguridad y funcionalidad de las estructuras. En la mayoría de los casos, las estructuras de concreto, con excepción de los pavimentos y ciertos elementos sometidos a esfuerzos combinados, están diseñadas bajo el supuesto de que el concreto resiste principalmente cargas de compresión. Por otro lado, en elementos de concreto armado, el acero embebido en el concreto (barras de refuerzo) proporciona la resistencia necesaria a las fuerzas de tensión, que el concreto por sí solo no puede resistir eficazmente debido a su baja capacidad para manejar esfuerzos de tracción (Lopez, 2023).

La resistencia a la compresión del concreto también es un indicador indirecto de otras propiedades del material, como su durabilidad, densidad y resistencia a la abrasión, lo que la convierte en un parámetro integral para la evaluación del desempeño general del concreto.

▪ **Resistencia a flexión**

La capacidad del hormigón para soportar fuerzas de flexión sin agrietarse o fallar estructuralmente se denomina resistencia a la flexión y es un atributo mecánico clave del hormigón. Esta métrica concreta se utiliza normalmente para predecir la carga máxima

que los elementos de hormigón, como vigas o losas, son capaces de soportar antes de sufrir un agrietamiento sustancial. La resistencia a la flexión también suele expresarse en términos de módulo de rotura, que se mide en megapascales (MPa). Este tipo de resistencia se estima cuando los diseños estructurales la necesitan, sobre todo en elementos en los que la flexión es el esfuerzo principal (Díaz & León, 2024).

La resistencia es un parámetro esencial en el diseño y evaluación de elementos estructurales de concreto sometidos a cargas que generan esfuerzos flectores. Su medición y análisis permiten prever el comportamiento de las estructuras, evitar fallas prematuras y garantizar la seguridad y durabilidad de los proyectos. Incorporar un diseño adecuado que contemple la resistencia a la flexión, combinado con refuerzos de acero cuando sea necesario, asegura estructuras eficientes y confiables en condiciones de servicio reales (López, 2023).

2.2.4 Diseño de mezcla

El diseño de mezcla es un procedimiento meticuloso que implica la selección precisa y equilibrada de las proporciones de los materiales que conforman una unidad cúbica de concreto. Su propósito principal es garantizar que la mezcla resultante cumpla con los requisitos específicos establecidos tanto para su estado fresco como para su estado endurecido. Este proceso tiene como objetivo asegurar que el concreto fresco posea características óptimas de trabajabilidad y consistencia, facilitando su manejo y colocación, mientras que, una vez endurecido, cumpla con las propiedades estructurales necesarias para satisfacer las demandas establecidas en los planos o especificaciones técnicas del proyecto (Aguise & Meneses, 2022).

Durante el diseño de mezcla, es crucial prestar atención a ciertos factores clave:

- **Propiedades del concreto endurecido:** Estas características, definidas por el ingeniero estructural, deben asegurar que el concreto sea capaz de resistir las cargas y condiciones para las cuales fue diseñado. Se busca cumplir con parámetros de



resistencia, durabilidad y funcionalidad que estén alineados con las especificaciones técnicas y los planos de la obra.

- **Propiedades del concreto fresco:** Estas propiedades, frecuentemente determinadas por el ingeniero residente o constructor, están relacionadas con la trabajabilidad, cohesión y consistencia de la mezcla. Es fundamental que dichas características sean compatibles con las técnicas de colocación y compactación que se utilizarán durante la construcción.
- **Equilibrio económico:** El diseño de mezcla debe encontrar un punto intermedio entre la calidad del concreto y su costo, logrando una solución económica sin comprometer las especificaciones técnicas. Esto implica optimizar el costo por metro cúbico de concreto sin afectar su desempeño.
- **Selección de materiales:** La elección de los componentes del concreto, como el cemento, los agregados, el agua y los aditivos, debe hacerse con especial cuidado. Las proporciones deben balancearse para garantizar una mezcla que cumpla con las propiedades requeridas tanto en estado fresco como endurecido, asegurando además un adecuado desempeño económico y facilidad de colocación.

Además, es fundamental considerar las condiciones ambientales a las que estará expuesto el concreto, ya que estas pueden influir directamente en su durabilidad. Factores como la exposición a agentes químicos, ciclos de congelamiento y deshielo, o ambientes con alta humedad o temperaturas extremas deben ser tomados en cuenta al momento de diseñar la mezcla para asegurar que el concreto conserve sus propiedades a largo plazo (Cajavilca & Calderon, 2022).

El diseño de mezcla constituye una etapa crítica en el desarrollo de un proyecto constructivo, ya que combina criterios técnicos, análisis detallado de materiales y evaluación económica para crear un concreto que sea resistente, funcional y durable. Este proceso no solo garantiza que la estructura cumpla con los estándares esperados, sino



que también asegura su óptimo desempeño en las condiciones específicas de su aplicación.

2.3 Marco conceptual

- a. **Agregado:** Son materiales granulares como arena, grava o piedra triturada, que se combinan con el cemento y el agua para formar concreto u otros materiales de construcción. Su función principal es proporcionar resistencia, estabilidad y volumen al concreto, además de reducir el costo total de la mezcla. Los agregados pueden clasificarse en finos y gruesos según su tamaño y características físicas.
- b. **Concreto:** Formado por una mezcla de cemento, agua, agregados (finos y gruesos) y, en algunos casos, aditivos o fibras. Una vez endurecido, el concreto se convierte en un material sólido y duradero con propiedades estructurales que lo hacen adecuado para diversas aplicaciones en la construcción. Su versatilidad permite que sea utilizado en estructuras, pavimentos y elementos arquitectónicos, entre otros.
- c. **Macrofibra sintética:** Las macrofibras sintéticas son fibras artificiales fabricadas a partir de polímeros como el polipropileno o el nylon. Se agregan al concreto para mejorar su resistencia a fisuras y su capacidad de absorción de energía, proporcionando refuerzo adicional en lugar de o en complemento al acero. Estas fibras aumentan la durabilidad, reducen la retracción plástica y mejoran el desempeño del concreto frente a cargas dinámicas.
- d. **Perlas de poliestireno:** Las perlas de poliestireno, también conocidas como microesferas o esferas de poliestireno expandido, son pequeñas partículas ligeras y aislantes que se utilizan como aditivo en mezclas de concreto. Su principal función es reducir la densidad del material, mejorar el aislamiento térmico y disminuir el peso estructural, lo que resulta ideal para aplicaciones en construcciones ligeras o de bajo impacto.



- e. **Propiedades:** Las propiedades del concreto se refieren a las características físicas, mecánicas y químicas que determinan su comportamiento en estado fresco y endurecido.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación es el conjunto de principios, procedimientos y técnicas que guían el desarrollo de un estudio científico. Representa el camino sistemático que los investigadores siguen para formular preguntas, recolectar datos, analizarlos e interpretar los resultados con el fin de responder a una problemática o comprobar hipótesis. Este componente de una investigación es fundamental, ya que garantiza la validez, confiabilidad y reproducibilidad de los resultados obtenidos. La metodología no solo define el enfoque general del estudio, sino también las herramientas específicas que se utilizarán para recopilar y analizar los datos, como experimentos, encuestas, entrevistas o análisis estadísticos (Villanueva, 2022).

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de investigación cuantitativo se basa en la recolección y el análisis de datos numéricos con el objetivo de examinar fenómenos mediante la medición objetiva y la aplicación de técnicas estadísticas. Este enfoque permite establecer relaciones entre variables, identificar patrones y generalizar los resultados a una población más amplia a partir de una muestra representativa. Utiliza instrumentos estandarizados como encuestas,



experimentos o registros sistemáticos, lo que garantiza la replicabilidad y la precisión en los resultados obtenidos (Villanueva, 2022).

Se enmarca dentro del enfoque de investigación cuantitativo, ya que se basa en la medición objetiva y numérica de variables específicas relacionadas con el comportamiento del concreto.

3.2 Tipo de la investigación

Un ejemplo de tipo de estudio científico centrado en resolver problemas específicos o prácticos se denomina investigación aplicada. Este tipo de investigación hace uso de conocimientos previamente adquiridos para desarrollar respuestas que puedan aplicarse en situaciones del mundo real. La investigación aplicada, a diferencia de la investigación básica, que pretende ampliar los conocimientos teóricos sin un propósito inmediato de aplicación, tiene como objetivo primordial atender necesidades concretas, mejorar procesos, desarrollar tecnologías o dar respuesta a retos en campos como la ingeniería, la sanidad, la educación o la industria (Rodríguez, 2020).

Tipo aplicada porque se buscó resolver un problema práctico en el ámbito de la construcción: mejorar el desempeño del concreto mediante el uso de materiales innovadores.

3.3 Nivel de la investigación

Una categoría de investigación conocida como nivel explicativo de investigación es un tipo de estudio que pretende determinar e investigar los factores responsables de un fenómeno, así como comprender las conexiones causales que existen entre diversas variables. En los campos de la ciencia, la tecnología y los estudios sociales, donde es vital comprender no sólo lo que ocurre sino también las razones que lo explican, el nivel explicativo se utiliza con bastante frecuencia. En concreto, esta técnica es útil para el desarrollo de soluciones eficaces, la formulación de ideas y la mejora de prácticas ya implantadas (Villanueva, 2022).



Nivel explicativo porque busco determinar las causas y efectos de la adición de macrofibras y perlas de poliestireno en las propiedades del concreto.

3.4 Diseño de la investigación

El diseño experimental es un método de investigación científica que se emplea para estudiar la relación causa-efecto entre una o más variables independientes (factores manipulados por el investigador) y una o más variables dependientes (resultados observados). Este diseño implica la manipulación deliberada de las variables independientes para observar y medir cómo afectan a las variables dependientes, mientras se controlan o eliminan otras variables que podrían interferir en los resultados (Villanueva, 2022).

Diseño experimental porque se ha manipulado la variable independiente, como la adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno al concreto, para observar su efecto en las propiedades del concreto.

3.5 Métodos de la investigación

La investigación de fenómenos, la adquisición de nueva información o la corrección y ampliación de conocimientos previos son ejemplos del método científico, que es un conjunto metódico de procesos y métodos. La observación empírica, el análisis lógico y la experimentación controlada son los tres pilares sobre los que se asienta esta metodología. Su propósito es establecer hipótesis, ponerlas a prueba y llegar a conclusiones que sean objetivas y verificables. El método científico se distingue por su enfoque metódico, objetivo y reproducible, que garantiza que los resultados obtenidos son fiables y pueden utilizarse en diversos contextos (Villanueva, 2022).

Es de un método científico ya que se observa un problema o necesidad en el sector de la construcción y que mediante la incorporación de macrofibras y perlas de poliestireno se buscó mejorar las propiedades del concreto.



3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

La investigación define la población como el conjunto de personas, cosas, acontecimientos o factores que presentan características similares y que son objeto de estudio de una investigación. En otras palabras, la población es el objeto de la investigación. Las conclusiones del estudio pretenden generalizarse a todo el universo, que está representado por la población (Iglesias, 2021).

Todas las posibles mezclas de concreto con aditivos y proporciones variables que pueden diseñarse en el distrito de San Miguel o en contextos similares.

3.6.2 Muestra

En el campo de la investigación, la muestra es un subconjunto de la población que se elige para ser investigado porque es típico de toda la población. El muestreo se realiza con la intención de generalizar los resultados adquiridos a toda la población. Debido a limitaciones de tiempo, dinero o accesibilidad, la muestra se utiliza en situaciones en las que no es factible, práctico o necesario investigar todos los aspectos de la población. Para garantizar la validez y fiabilidad de los resultados, es esencial elegir la muestra de forma adecuada. Una muestra bien seleccionada permite ahorrar tiempo y recursos, al mismo tiempo que asegura que los resultados del estudio sean representativos de la población. Sin embargo, un muestreo incorrecto puede introducir sesgos y afectar la validez de las conclusiones (Castillo et al., 2014).

Se prepararon muestras de mezcla, briquetas y vigas para el concreto patrón, así como para el concreto con adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno.

Donde:

MD = Muestra de diseño (concreto patrón)

MFSI = Macrofibra sintética

PPOL= Perlas de poliestireno

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

Son los procedimientos, herramientas o métodos específicos que los investigadores emplean para recolectar, procesar y analizar datos con el fin de responder a las preguntas planteadas en un estudio. Estas técnicas constituyen los pasos prácticos dentro del marco metodológico y varían según el enfoque de la investigación (cualitativo, cuantitativo o mixto) y los objetivos del estudio. Las técnicas de investigación son esenciales para garantizar que los datos recolectados sean válidos, confiables y relevantes para los objetivos del estudio. La elección adecuada de estas técnicas depende del diseño metodológico, las características del problema a investigar y los recursos disponibles (Hadi et al., 2023).

- Observación.
- Recolección de datos experimentales.
- Análisis comparativo.

3.7.2 Instrumentos

Los instrumentos de investigación son las herramientas o dispositivos que se utilizan para recolectar datos relevantes en un estudio. Estos instrumentos permiten al investigador obtener información de manera sistemática y organizada, asegurando la validez, confiabilidad y precisión de los datos recopilados. El tipo de instrumento varía según el enfoque y diseño de la investigación, así como de la naturaleza de los datos que se buscan (cuantitativos o cualitativos) (Hadi et al., 2023).

- Máquinas de prueba.
- Fichas de registro experimental.
- Listas de control.

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

3.8.1 Validación de los instrumentos

El acto de determinar si un instrumento de investigación mide con precisión y coherencia lo que pretende medir se conoce como validación de instrumentos. Este procedimiento garantiza que el instrumento es adecuado para el contexto y los objetivos del estudio. Este proceso garantiza la validez y la confiabilidad. La validación puede realizarse a través de métodos como el juicio de expertos, análisis estadísticos, y pruebas piloto que permitan identificar errores, ambigüedades o inconsistencias. Un instrumento validado es esencial para obtener datos precisos y útiles, fundamentales para la calidad de la investigación.

3.8.2 Confiabilidad de instrumentos

Se refiere al grado en que un determinado instrumento genera resultados coherentes y estables a lo largo de un periodo de tiempo y en diversos entornos. Cuando se emplea repetidamente en las mismas condiciones, un instrumento se considera fiable si produce los mismos resultados, minimizando así el margen de error o las desviaciones que puedan atribuirse al azar. Por lo tanto, es vital tener un alto nivel de fiabilidad para garantizar que los datos obtenidos reflejan de forma precisa y uniforme las características del fenómeno que se está investigando.

3.9 Procedimiento de recolección de datos

❖ Macrofibra sintética

La macrofibra sintética utilizada fue el SikaFiber® Force-48, la cual fue adquirida mediante un pedido realizado a través de la plataforma Mercado Libre.

SikaFiber® Force-48 ofrece importantes ventajas en el comportamiento del concreto endurecido, entre las que destacan:

- Mejora las resistencias mecánicas del concreto endurecido, especialmente la resistencia residual.

- Proporciona un alto nivel de absorción de energía, ideal para aplicaciones en shotcrete.
- Aumenta la capacidad de puenteo de fisuras, siendo especialmente eficaz en fisuras de gran apertura.
- Contribuye a obtener superficies libres de óxido, preservando la durabilidad del concreto.

❖ Perlas de poliestireno

Las perlas de poliestireno utilizadas en este estudio fueron adquiridas mediante un pedido realizado a través de la plataforma de comercio electrónico Mercado Libre.

Figura 1

Perlas de poliestireno



Características de las perlas de poliestireno:

- Bajo peso y gran resistencia.
- Absorción de impactos y aislamiento térmico y acústico.
- 100% reciclable.
- Incombustible e impermeable.
- Fácil de trabajar.

El método de empleo es al realizar la mezcla del mortero ya que estos se le agregan en la proporción escogida.

3.9.1 Ensayos en laboratorio

❖ Contenido de humedad

El contenido de humedad de los agregados se define como la proporción entre el peso del agregado húmedo y el peso del agregado seco, expresada en porcentaje. Este parámetro se utiliza para medir la cantidad de agua presente en una muestra de agregados.

- Seleccionar la muestra de agregados siguiendo las especificaciones de la norma NTP 339.185:2013, considerando las recomendaciones para el tamaño adecuado de la muestra.
- Asegurarse de que el equipo de muestreo y los recipientes estén limpios y secos para evitar interferencias en los resultados.
- Pesarse un recipiente vacío y seco con una balanza de precisión, anotando su peso.
- Introducir la muestra en su estado natural (sin secar) en el recipiente y registrar el peso total.
- Colocar el recipiente que contiene la muestra en un horno que previamente haya alcanzado una temperatura constante de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Figura 2

Colocación de muestras al horno





- Dejar la muestra dentro del horno durante un mínimo de 24 horas o hasta que su peso se estabilice, garantizando que toda la humedad haya sido completamente eliminada.
- Una vez transcurrido el tiempo, retirar la muestra del horno y permitir que se enfríe de manera gradual a temperatura ambiente, colocándola en un desecador para evitar que absorba humedad del entorno.
- Pesar el recipiente con la muestra ya seca y registrar su peso total de forma precisa.
- Realizar el procedimiento en tres repeticiones con el agregado fino y tres repeticiones con el agregado grueso, con el fin de asegurar que los resultados sean consistentes y fiables.

❖ Análisis granulométrico

Agregado fino

- Tomar 10 kg de agregado fino y colocarlos en una base plana, limpia y seca.
- Mezclar el material tres veces. En la última mezcla, formar una pila cónica.
- Aplanar la pila cónica cuidadosamente con ayuda de una espátula, asegurando un espesor y diámetro uniformes.
- Dividir el material en cuatro partes iguales usando una brocha para limpiar los bordes.
- Seleccionar dos partes diagonalmente opuestas como la muestra representativa.
- Repetir este proceso hasta obtener la cantidad deseada para el ensayo.
- Preparar y pesar los tamices necesarios para el ensayo: N°3/8, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y el fondo.
- Organizar los tamices en orden decreciente (de mayor a menor apertura).
- Tomar una porción de muestra representativa, con un peso entre 500 g y 1000 g.
- Colocar la muestra preparada en la serie de tamices dispuestos.

- Agitar manualmente durante 5 minutos, asegurando una distribución uniforme del material.
- Pesarse cada tamiz con el material retenido para determinar la fracción retenida en cada uno.
- Realizar el proceso descrito un total de tres veces para garantizar la reproducibilidad y confiabilidad de los resultados.

Figura 3

Gradación de finos



Agregado grueso

- Tomar 15 kg de agregado grueso y colocarlos en una base plana, limpia y seca.
- Dividir el material en cuatro partes iguales.
- Seleccionar dos partes diagonalmente opuestas como la muestra representativa.
- Repetir este proceso hasta obtener la cantidad requerida para el ensayo.

- Preparar y pesar los tamices necesarios para el ensayo, asegurando que estén limpios y secos. Los tamices serán:
- 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4 y fondo.
- Organizar los tamices en orden decreciente (de mayor a menor apertura).
- Tomar una porción representativa del agregado grueso con un peso aproximado de 2 kg, según las especificaciones normativas.
- Colocar la muestra en la serie de tamices previamente ordenados.
- Agitar manualmente los tamices durante 5 minutos, asegurando que el movimiento permita la correcta clasificación del material.
- Pesar cada tamiz con el material retenido para calcular las fracciones retenidas en cada tamiz.
- Registrar los datos obtenidos para el análisis granulométrico.
- Realizar el procedimiento completo tres veces para garantizar la precisión y reproducibilidad de los resultados.

Figura 4

Gradación de gruesos





❖ Peso unitario suelto y compacto

- Pesar el molde vacío y registrar su peso.
- Pesar una placa de vidrio que será utilizada para cubrir el molde y registrar su peso.
- Llenar el molde completamente con agua limpia a temperatura ambiente.
- Cubrir la abertura con la placa de vidrio para eliminar burbujas y el exceso de agua.
- Pesar el conjunto del molde + agua + placa de vidrio.
- Determinar la temperatura del agua y consultar su densidad en tablas normadas según la temperatura.

$$\text{Volumen recipiente} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{densidad del agua}}$$

- Secar el recipiente (molde) y colocarlo sobre una superficie estable.
- Verter el agregado de forma uniforme hasta llenar completamente el recipiente, sin aplicar compactación.
- Nivelar la superficie del agregado utilizando una regla o espátula.
- Pesar el conjunto del molde + agregado suelto

$$\text{Peso unitario suelto} = \frac{(G - T)}{V}$$

$$\text{Peso unitario compactado} = \frac{(G' - T)}{V}$$

En el que:

G: Peso del agregado suelto + recipiente (Kg)

G': Peso del agregado compactado + recipiente (Kg)

T: Peso del recipiente (Kg)

V: Volumen del recipiente (m³)

Figura 5*Peso unitario compacto***❖ Peso específico y absorción (FINO)**

- Comenzar sumergiendo completamente la muestra de agregado fino en agua durante un período de 24 ± 4 horas, con el fin de asegurar que se alcance una saturación adecuada en el material.
- Asegurarse de que la muestra de agregado fino esté totalmente sumergida en agua durante las 24 ± 4 horas mencionadas, para garantizar su saturación completa.
- Proceder a colocar la muestra de agregado fino en un cono metálico, distribuyéndola en tres capas iguales. Cada capa debe ser compactada cuidadosamente con 25 golpes, utilizando un pisón para asegurar una compactación uniforme.
- Una vez que las capas han sido compactadas, retirar el cono con precaución. Si la muestra se desploma o se derrumba en la parte superior, se considera que ha alcanzado el estado de saturación superficialmente seco (SSS).



- Registrar el peso de la fiola vacía. Posteriormente, llenar la fiola con agua hasta alcanzar el menisco y registrar nuevamente el peso para obtener la medida exacta del volumen de agua.
- Pesarse exactamente 500 ± 10 g de la muestra en estado saturado superficialmente seco (SSS) y transferirla cuidadosamente a la fiola previamente preparada.
- Añadir agua a la fiola hasta aproximadamente el 90 % de su capacidad total.
- Proceder a rodar la fiola de manera manual durante un periodo de 15-20 minutos para garantizar que se eliminen todas las burbujas de aire atrapadas en la muestra.
- Completar el llenado de la fiola con agua hasta el menisco, esperando algunos minutos para permitir la eliminación de cualquier burbuja residual antes de registrar el peso final de la fiola con la muestra.
- Vaciar la muestra contenida en la fiola en un recipiente metálico que haya sido pesado previamente, para asegurar una medición exacta del peso del material.
- Secar la muestra en un horno a una temperatura constante de 110 ± 5 °C durante un período de 24 horas, asegurando la eliminación completa de la humedad contenida en la muestra.
- Una vez transcurrido el tiempo de secado, registrar el peso del recipiente junto con la muestra seca. Este paso permitirá determinar el peso seco del agregado fino.
- Repetir el proceso completo al menos tres veces para asegurar que los resultados obtenidos sean consistentes y reproducibles, garantizando así la precisión del procedimiento.

$$\text{Densidad seca al horno (kg/m}^3\text{)} = \frac{A}{B + S - C} \times 1000$$

$$\text{Densidad saturada superficialmente seca (kg/m}^3\text{)} = \frac{S}{B + S - C} \times 1000$$

$$\text{Densidad aparente (kg/m}^3\text{)} = \frac{A}{B + A - C} \times 1000$$

$$\text{Absorción \%} = \frac{S - A}{A} \times 100$$



Donde:

A: Peso de muestra seca.

B: Peso de fiola + agua hasta el menisco.

C: Peso de fiola + muestra SSS + agua hasta el menisco.

S: Peso de muestra SSS.

❖ Peso específico y absorción (GRUESO)

- Sumergir el agregado grueso completamente en agua durante 24 ± 4 horas para asegurar su saturación.
- Retirar la muestra del agua y secarla cuidadosamente con una franela limpia, eliminando el exceso de agua superficial sin afectar el estado saturado superficialmente seco (SSS).
- Pesar $2 \text{ kg} \pm 0.01 \text{ g}$ de agregado grueso en estado SSS utilizando una balanza de precisión de 0.01 g .
- Colocar la muestra en una balanza hidrostática para determinar su peso bajo el agua.
- Asegurarse de que no queden burbujas de aire adheridas al material durante la medición.
- Transferir la muestra a un horno previamente calentado a $100 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Mantener la muestra en el horno durante 24 horas para lograr un estado seco constante.
- Retirar la muestra del horno, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesarla.
- Realizar el ensayo completo un mínimo de tres veces para garantizar precisión y reproducibilidad de los resultados.
- Registrar los valores promedio de peso específico aparente, peso específico SSS y porcentaje de absorción.



- Incluir observaciones relevantes, como el comportamiento del material durante las mediciones y posibles desviaciones.

$$\text{Densidad seca al horno (kg/m}^3\text{)} = \frac{A}{B - C} \times 1000$$

$$\text{Densidad saturada superficialmente seca (kg/m}^3\text{)} = \frac{B}{B - C} \times 1000$$

$$\text{Densidad aparente (kg/m}^3\text{)} = \frac{A}{A - C} \times 1000$$

$$\text{Absorción \%} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde:

A: Peso de muestra seca.

B: Peso de muestra SSS

C: Peso de muestra suspendida en agua

❖ Elaboración de probetas y vigas

A efectos de los ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión, las características y dimensiones de las probetas y vigas se describen de acuerdo con las normas que se han establecido en la norma ASTM C-31. Por otra parte, los moldes para vigas deben tener unas dimensiones de 15 centímetros de anchura, 15 centímetros de altura y 50 centímetros de longitud. Los moldes para probetas cilíndricas tendrán un diámetro de 15 centímetros y una altura de 30 centímetros.

Para completar la operación de mezclado, se utilizó un tambor mezclador previamente humedecido. En el caso del hormigón típico, la secuencia de mezclado consistió en lo siguiente: el árido grueso se mezcló con un tercio del agua, a continuación se mezclaron el árido fino, el cemento y el agua restante.

Se aplicó grasa a los moldes antes de la colocación del hormigón fresco para facilitar el posterior proceso de desencofrado. Se utilizaron un total de 25 golpes con una varilla de 3/8 pulgadas y 15 golpes con un martillo de goma para compactar especímenes cilíndricos que medían 15 centímetros de diámetro y 30 centímetros de altura. Las



probetas se compactaron en dos capas. Las vigas que medían 15 centímetros por 15 centímetros por 50 centímetros también se rellenaron en dos capas. De acuerdo con las instrucciones normativas para su superficie, se aplicaron 54 golpes con una varilla de 5/8 pulgadas, y 15 golpes se aplicaron externamente con un martillo de goma. Las superficies de los moldes se nivelaron con una varilla compactadora y se alisaron con una paleta o llana una vez rellenados los moldes con el material. Además, se aplicó el diseño de cada muestra para determinar su identidad.

Las muestras se sometieron a un proceso de curado mediante inmersión en agua durante 28 días. Este proceso garantizó que la humedad permaneciera constante y que la temperatura se mantuviera en $23,0^{\circ} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ desde el momento del moldeo hasta la fase de ensayo. Este método garantiza que se dan las circunstancias necesarias para el desarrollo de las cualidades mecánicas del hormigón.

❖ Asentamiento

- Todos los equipos empleados en el ensayo fueron humedecidos previamente para garantizar condiciones adecuadas durante el procedimiento.
- El cono de asentamiento fue colocado sobre una bandeja metálica con base plana y nivelada.
- Se sujetó firmemente el molde para evitar cualquier movimiento durante el llenado.
- La mezcla de concreto se colocó en el molde en tres capas aproximadamente iguales.
- Cada capa fue compactada mediante 25 golpes con una varilla, siguiendo un patrón en espiral desde el borde hacia el centro.
- En la última capa, la compactación se realizó cuidadosamente para evitar desbordamientos, nivelando la superficie al finalizar.
- Una vez llenado el molde, este fue levantado verticalmente con precaución, evitando movimientos laterales que pudieran alterar la forma del concreto.



- Se midió la distancia entre la altura inicial del cono invertido y el centro de la parte superior del concreto con la ayuda de una cinta métrica o regla graduada.
- Para garantizar la precisión de los resultados, el ensayo fue repetido un mínimo de tres veces.

❖ **Resistencia a compresión**

El ensayo de resistencia a la compresión se realiza utilizando muestras estándar de concreto, generalmente en forma de cilindros o cubos. Estas muestras se elaboran siguiendo procedimientos específicos para garantizar la representatividad de las propiedades del concreto utilizado en la obra. Los pasos principales incluyen:

- Las muestras de concreto fresco se colocan en moldes estándar (cilíndricos o cúbicos) y se compactan adecuadamente para evitar vacíos.
- Los moldes se mantienen en condiciones controladas hasta que el concreto fragua.
- Una vez desmoldadas, las muestras se sumergen en agua o se almacenan en cámaras húmedas, manteniendo una temperatura controlada. Este proceso, conocido como curado, asegura que el concreto alcance su resistencia máxima, ya que proporciona las condiciones necesarias para la hidratación del cemento.
- Las muestras se someten a pruebas de compresión en un equipo especializado, generalmente a edades específicas, como 7, 14 y 28 días.
- Durante el ensayo, se aplica una carga incremental hasta que la muestra falla, registrándose el valor máximo de la fuerza aplicada.
- La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la fuerza máxima registrada por el área transversal de la muestra. Este valor se compara con las especificaciones requeridas para el proyecto.

Figura 6*Roturas a compresión***❖ Resistencia a flexión**

- Moldea vigas de concreto con dimensiones estándar.
- Cura las vigas durante 28 días en condiciones controladas (inmersas en agua o en cámara húmeda a 23 ± 2 °C).
- Máquina de ensayo con capacidad suficiente y con dispositivo de carga aplicada en los tercios de luz.
- Apoyos con superficie cilíndrica (para permitir cierta rotación).
- Regla o calibrador para medir el ancho y la profundidad de la viga en el punto de rotura.
- Coloca la viga sobre los dos apoyos (a una distancia específica, normalmente 45 o 50 cm de luz).
- Alinea correctamente la viga para que la carga se aplique de forma simétrica en los tercios.

- Aplica la carga de forma continua y sin impacto, a una velocidad que produzca la rotura en aproximadamente 1 a 2 minutos.
- Registra la carga máxima alcanzada antes de la rotura.

Figura 7

Roturas a flexión



3.10 Procesamiento y análisis de datos

La fase de procesamiento y análisis de datos constituye una parte crucial del proyecto, donde se lleva a cabo la recopilación, organización, transformación y análisis de los datos obtenidos. El objetivo principal de esta etapa es extraer información valiosa, interpretar los resultados de manera precisa y fundamentar las decisiones que se tomarán en el futuro. Durante este proceso, se emplean diversos métodos estadísticos, técnicas avanzadas de procesamiento computacional y herramientas especializadas para examinar los datos en profundidad. Esto permite identificar patrones recurrentes, tendencias clave y relaciones relevantes que pueden proporcionar una comprensión más profunda de la información y guiar el desarrollo del proyecto de manera más efectiva.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Se presentan los resultados a través de gráficos y tablas acompañados de un análisis detallado, que explica cómo la adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno, en proporciones del 1%, 3.5% y 7%, influye en las propiedades del concreto. Este enfoque permite observar las tendencias y variaciones en las propiedades mecánicas, físicas y de desempeño del concreto, proporcionando una visión clara y fundamentada sobre el impacto de estas adiciones.

Asimismo, se presenta el diseño de mezcla del concreto convencional y los diseños correspondientes que incorporan macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en proporciones del 1%, 3.5% y 7%. Estos diseños detallan las modificaciones realizadas en la composición del concreto para evaluar el impacto de estas adiciones en sus propiedades.

Para los agregados, se utilizaron materiales provenientes de la cantera Unocolla, cuya calidad y características fueron previamente evaluadas para garantizar su idoneidad en la mezcla.

Tabla 2*Características de los agregados*

Detalles	A. grueso	A. fino
P.SSS	2.28	2.66
P.U.Varillado	1608	1779
P.U.Suelto	1519	1603
%Absorción	2.76	4.25
%Humedad	3.18	3.28
Módulo de Fineza	-	2.17

Se presentan las características de los agregados obtenidos de los ensayos realizados.

Tabla 3*Diseño de mezcla de la muestra de diseño (210 kg/cm²)*

Material	Dosificación Peso Seco	Proporción Volumen Seco	Dosificación Peso Húmedo	Proporción Volumen Húmedo
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	205	0.56
Ag. Grueso	1098	3.00	1133	3.10
Ag. Fino	457	1.25	472	1.29
Aire	2.0%	-	2.0%	-

Se presenta el diseño de mezcla para la muestra de diseño que es el concreto patrón.

Tabla 4*Diseño de mezcla con adición de macrofibras sintéticas*

AGREGADO	DOSIFICACIÓN	1%MFSI	3.5%MFSI	7%MFSI
Cemento	366.00	366.00	366.00	366.00
Agua	205.00	205.00	205.00	205.00
Ag. Grueso	1133.00	1133.00	1133.00	1133.00
Ag. Fino	472.00	472.00	472.00	472.00
MFSI	-	3.66 kg	12.81 kg	25.62 kg

Se presenta el diseño de mezclas con la incorporación de macrofibras sintéticas en diferentes dosificaciones.



Tabla 5

Diseño de mezcla con adición de perlas de poliestireno

AGREGADO	DOSIFICACIÓN	1%PPOL	3.5%PPOL	7%PPOL
Cemento	366.00	366.00	366.00	366.00
Agua	205.00	205.00	205.00	205.00
Ag. Grueso	1133.00	1133.00	1133.00	1133.00
Ag. Fino	472.00	472.00	472.00	472.00
PPOL	-	3.66	12.81	25.62

Se presenta el diseño de mezclas con la incorporación de perlas de poliestireno en diferentes dosificaciones.

4.1.1 Influencia de la adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el asentamiento

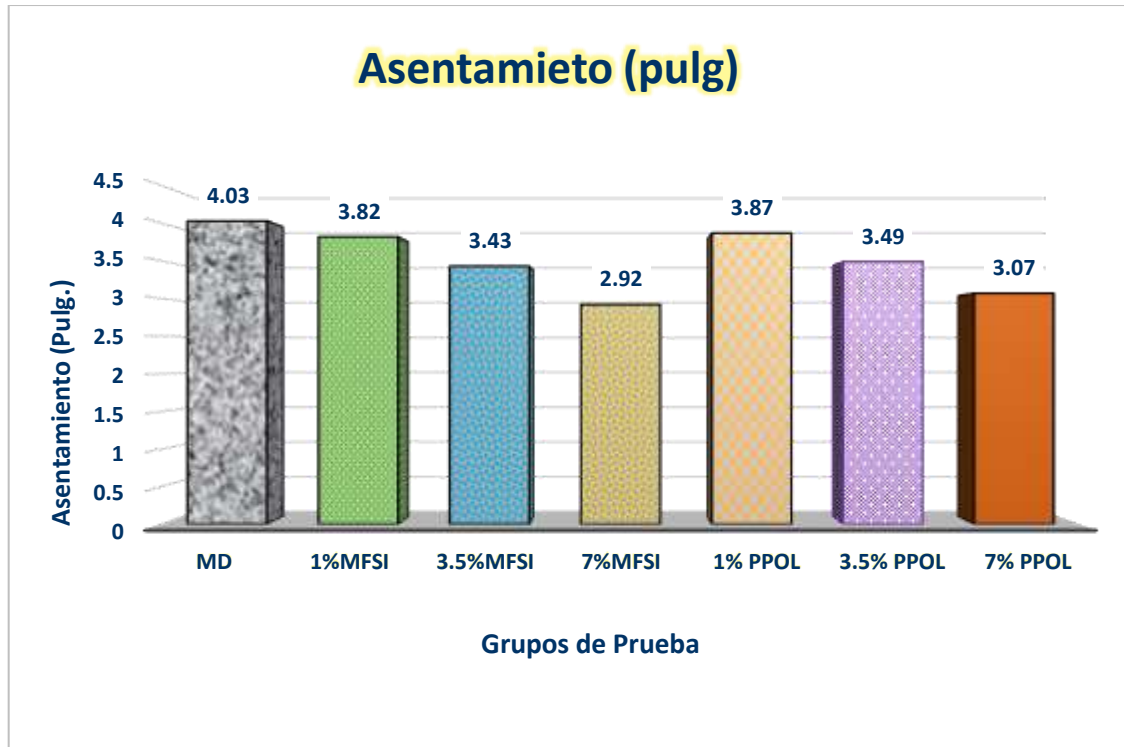
Tabla 6

Asentamiento de las muestras de estudio

Descripción	Slump	Promedio	Unidad de medición
MD	4.00	4.03	pulg
	4.10		
	4.00		
1%MFSI	3.85	3.82	
	3.80		
	3.82		
3.5%MFSI	3.45	3.43	
	3.40		
	3.43		
7%MFSI	2.90	2.92	
	2.95		
	2.90		
1% PPOL	3.90	3.87	
	3.85		
	3.85		
3.5% PPOL	3.50	3.49	
	3.48		
	3.50		
7% PPOL	3.00	3.07	
	3.10		
	3.10		

Figura 8

Asentamiento de las muestras de estudio



Se muestra el asentamiento (en pulgadas) de las distintas mezclas de concreto evaluadas en el estudio. El concreto de diseño convencional (MD) alcanzó un asentamiento de 4.03 pulgadas, siendo el valor más alto entre todas las mezclas. Las mezclas con macrofibras sintéticas (1% MFSI, 3.5% MFSI y 7% MFSI) presentaron asentamientos de 3.82, 3.43 y 2.92 pulgadas, respectivamente, evidenciando una reducción del asentamiento a medida que aumentó la proporción de macrofibras sintéticas en la mezcla. Por otro lado, las mezclas con perlas de poliestireno (1% PPOL, 3.5% PPOL y 7% PPOL) registraron asentamientos de 3.87, 3.49 y 3.07 pulgadas, mostrando un comportamiento similar al de las macrofibras, con una disminución del asentamiento a medida que incrementa la cantidad de perlas de poliestireno. Estos resultados reflejan que las adiciones tanto de macrofibras como de perlas de poliestireno afectan la trabajabilidad del concreto, reduciendo su asentamiento de forma proporcional al porcentaje de material incorporado.

4.1.2 Efecto de la incorporación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la resistencia a compresión

▪ Roturas de compresión de la mezcla de diseño

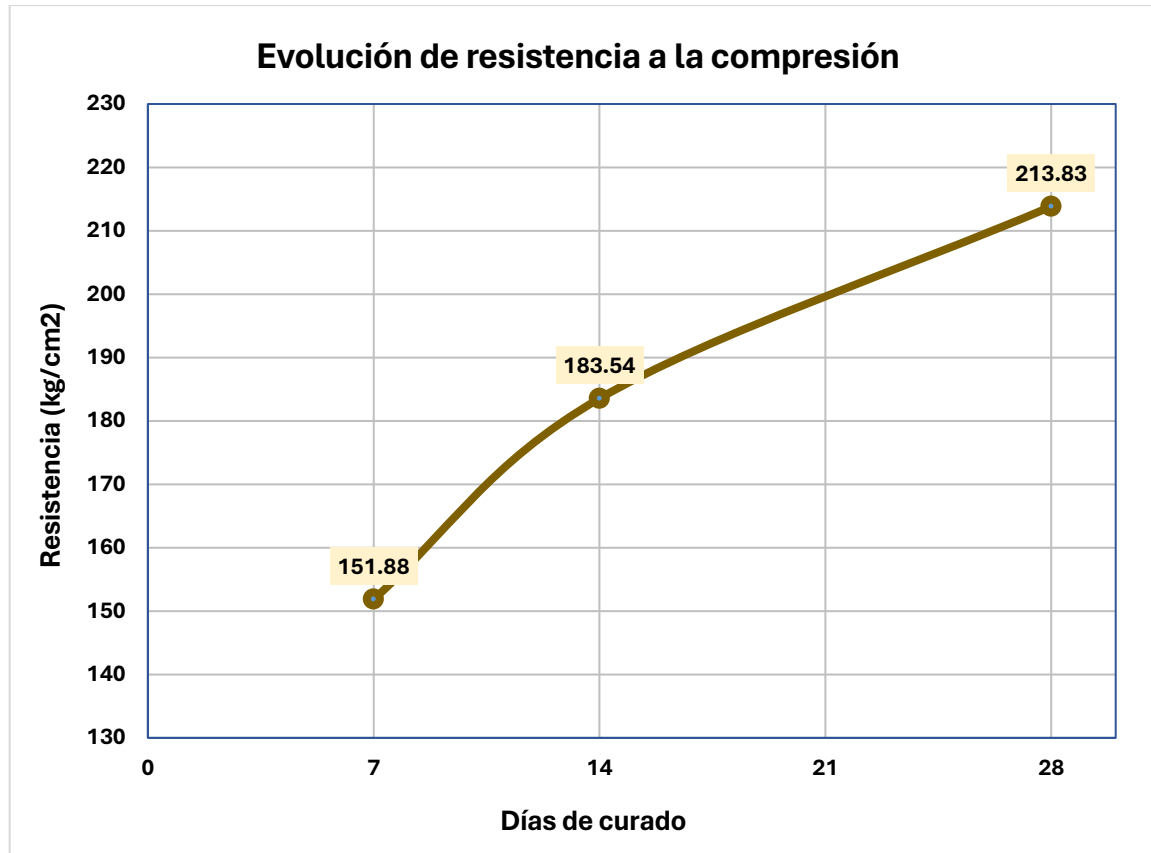
Tabla 7

Roturas a compresión de la mezcla de diseño patrón

Diseño	Muestra	Tiempo	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Esfuerzo de rotura (%)
210 kg/cm ²	EB-1	7días	26832	151.64	72.21
	EB-2		26808	152.11	72.43
	EB-3		26869	151.85	72.31
	EB-4		26832	152.24	72.50
	EB-5		26816	151.55	72.16
PROMEDIO				151.88	72.32
210 kg/cm ²	EB-1	14días	32425	183.73	87.49
	EB-2		32431	183.52	87.39
	EB-3		32316	183.12	87.20
	EB-4		32420	183.95	87.60
	EB-5		32409	183.40	87.33
PROMEDIO				183.54	87.40
210 kg/cm ²	EB-1	28días	37829	213.78	101.80
	EB-2		37816	213.71	101.77
	EB-3		37832	213.80	101.81
	EB-4		37709	213.96	101.89
	EB-5		37701	213.91	101.86
PROMEDIO				213.83	101.83

Figura 9

Roturas a compresión de la mezcla de diseño patrón



Se ilustra la evolución de la resistencia compresiva de la mezcla de diseño patrón a lo largo del tiempo, destacando los valores promedio obtenidos en las edades de 7, 14 y 28 días. La curva muestra un incremento significativo de resistencia durante los primeros 7 días, alcanzando 151.88 kg/cm², correspondiente al 72.32% de la resistencia final. A los 14 días, la resistencia aumentó a 183.54 kg/cm² (87.40% de la resistencia final), mientras que a los 28 días se estabilizó en 213.83 kg/cm². Esta tendencia confirma el cumplimiento de la resistencia de diseño y la eficacia de la mezcla en alcanzar los parámetros requeridos dentro del tiempo establecido.

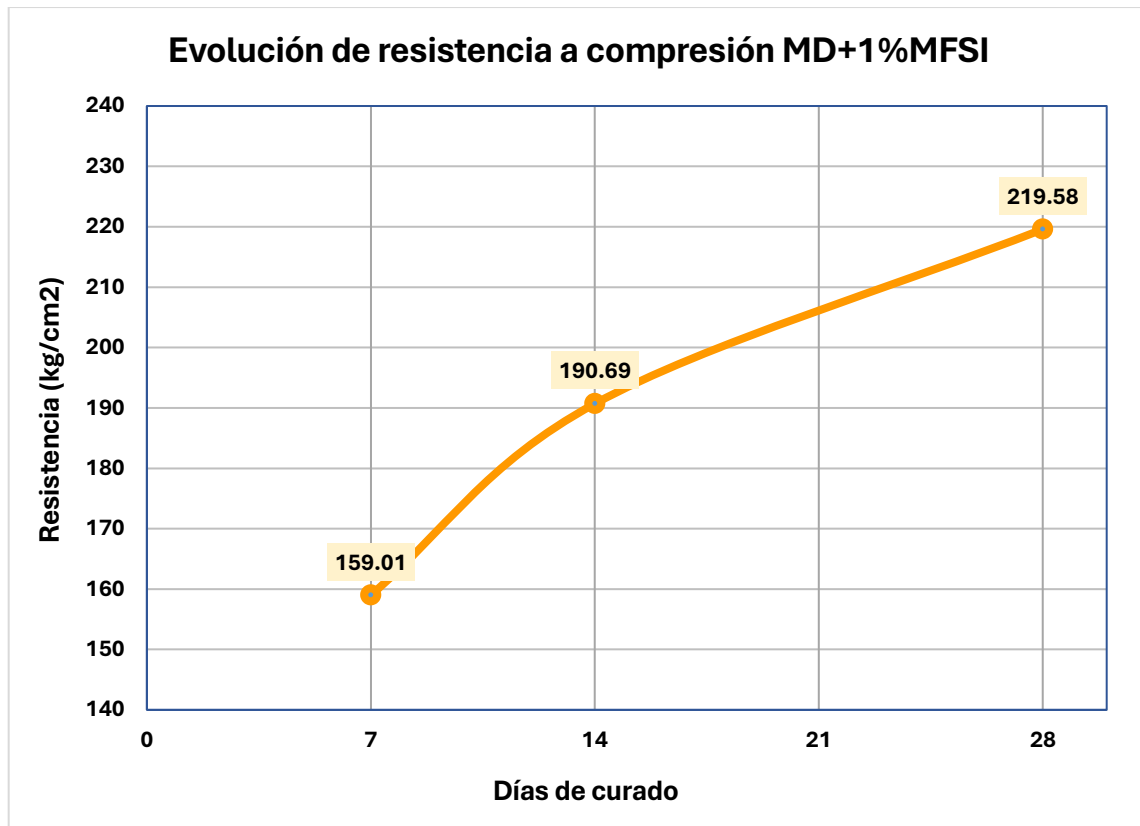
Roturas de compresión con la adición de macrofibras sintéticas

Tabla 8

Roturas a compresión de MD+1%MFSI

Diseño	Muestra	Tiempo	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Esfuerzo de rotura (%)
210 kg/cm ²	EB-1	7días	28095	158.77	75.61
	EB-2		28122	158.93	75.68
	EB-3		28116	159.53	75.97
	EB-4		28008	158.92	75.67
	EB-5		28121	158.92	75.68
PROMEDIO				159.01	75.72
210 kg/cm ²	EB-1	14días	33725	190.59	90.76
	EB-2		33748	190.72	90.82
	EB-3		33739	190.67	90.80
	EB-4		33749	190.73	90.82
	EB-5		33750	190.73	90.82
PROMEDIO				190.69	90.80
210 kg/cm ²	EB-1	28días	38851	219.56	104.55
	EB-2		38760	219.92	104.73
	EB-3		38832	219.45	104.50
	EB-4		38856	219.59	104.57
	EB-5		38822	219.40	104.47
PROMEDIO				219.58	104.56

Figura 10

Roturas a compresión de MD+1%MFSI

Se ilustra la evolución de la resistencia compresiva de la mezcla con diseño modificado que incorpora un 1% de macrofibras sintéticas (MFSI) a lo largo del tiempo. A los 7 días, la resistencia promedio alcanzó 159.01 kg/cm², correspondiente al 75.72% de la resistencia final obtenida a los 28 días. A los 14 días, la resistencia incrementó a 190.69 kg/cm², representando el 90.80% de la resistencia final. Finalmente, a los 28 días, la resistencia promedio fue de 219.58 kg/cm², superando la resistencia de diseño original de 210 kg/cm² logrando un 104.56%. Estos resultados destacan un comportamiento adecuado del concreto modificado, mostrando un incremento y estabilización en la etapa final, lo que demuestra la influencia positiva de las macrofibras en el desempeño mecánico del material.

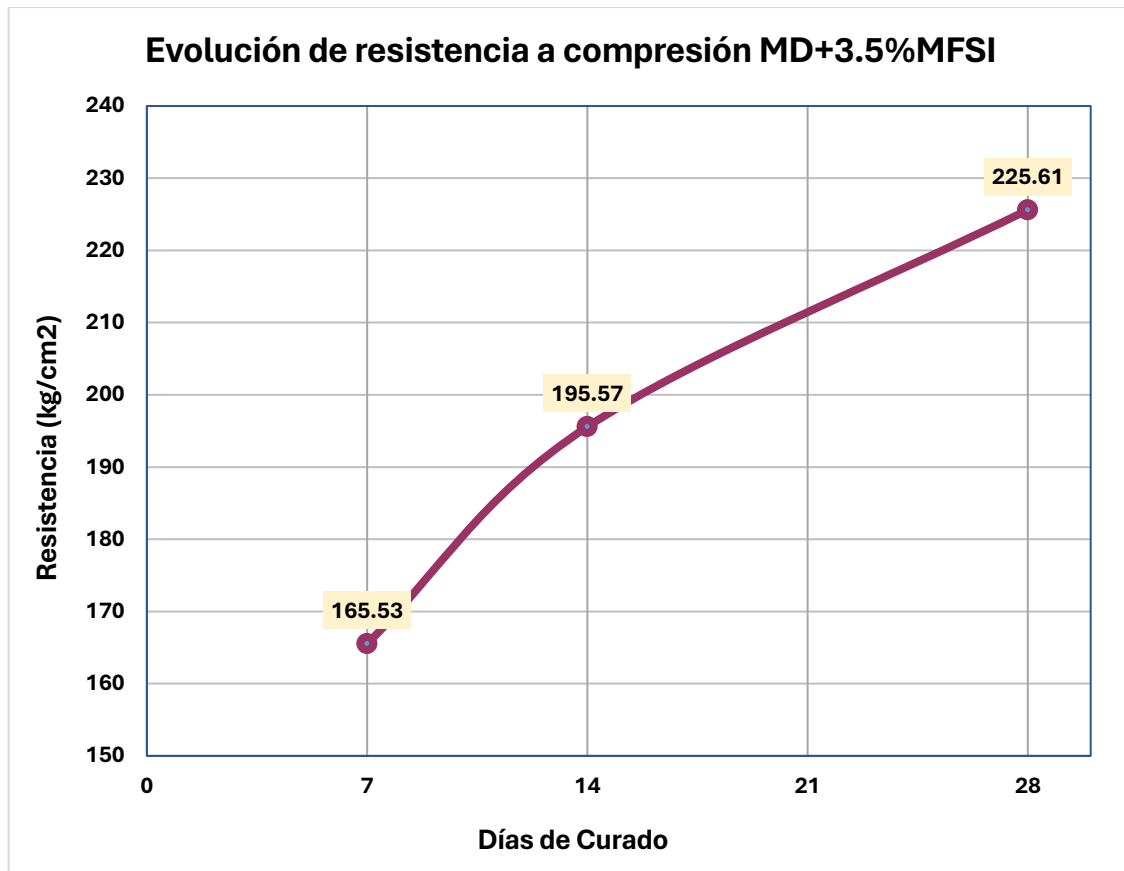


Tabla 9

Roturas a compresión de MD+3.5%MFSI

Diseño	Muestra	Tiempo	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Esfuerzo de rotura (%)
210 kg/cm ²	EB-1	7días	29289	165.52	78.82
	EB-2		29278	165.46	78.79
	EB-3		29202	165.69	78.90
	EB-4		29236	165.88	78.99
	EB-5		29212	165.09	78.61
PROMEDIO				165.53	78.82
210 kg/cm ²	EB-1	14días	34593	195.50	93.09
	EB-2		34578	195.41	93.05
	EB-3		34635	195.73	93.21
	EB-4		34586	195.46	93.07
	EB-5		34640	195.76	93.22
PROMEDIO				195.57	93.13
210 kg/cm ²	EB-1	28días	39889	225.43	107.35
	EB-2		39892	226.35	107.78
	EB-3		39899	225.48	107.37
	EB-4		39885	225.40	107.33
	EB-5		39885	225.40	107.33
PROMEDIO				225.61	107.43

Figura 11

Roturas a compresión de MD+3.5%MFSI

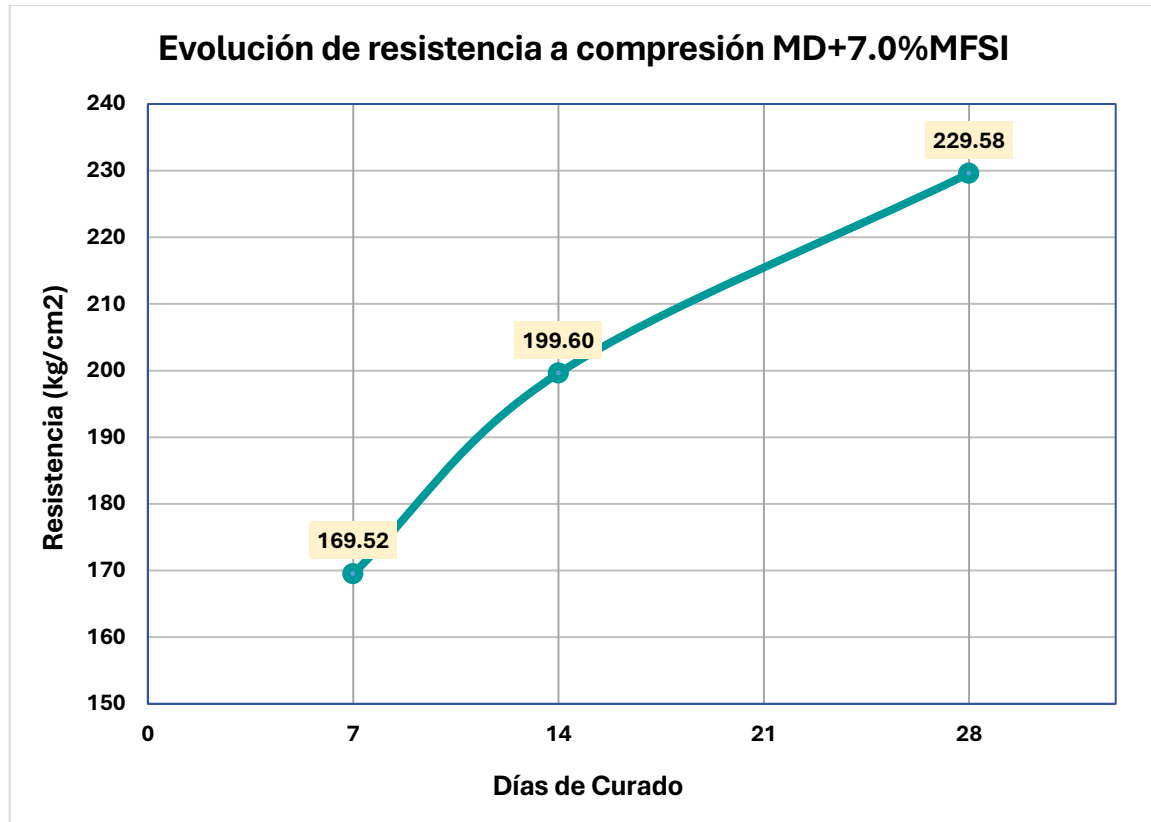
Se presenta la evolución de la resistencia compresiva de la mezcla con un 3.5% de macrofibras sintéticas (MFSI) a lo largo del tiempo. A los 7 días, la resistencia promedio alcanzó 165.53 kg/cm², lo que representa el 78.82% de la resistencia final. A los 14 días, la resistencia aumentó a 195.57 kg/cm², equivalente al 93.13% de la resistencia final. Finalmente, a los 28 días, la resistencia promedio alcanzó 225.61 kg/cm², superando la resistencia de diseño de 210 kg/cm² logrando un 107.43%. La curva evidencia un incremento acelerado en los primeros días y una estabilización hacia el final, mostrando el impacto positivo de las macrofibras en el desempeño estructural del concreto.

Tabla 10

Roturas a compresión de MD+7%MFSI

Diseño	Muestra	Tiempo	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Esfuerzo de rotura (%)
210 kg/cm ²	EB-1	7días	29932	169.15	80.55
	EB-2		29956	169.29	80.61
	EB-3		29943	169.90	80.90
	EB-4		29949	169.93	80.92
	EB-5		29965	169.34	80.64
PROMEDIO				169.52	80.72
210 kg/cm ²	EB-1	14días	35300	199.49	95.00
	EB-2		35308	199.54	95.02
	EB-3		35306	199.53	95.01
	EB-4		35356	199.81	95.15
	EB-5		35323	199.62	95.06
PROMEDIO				199.60	95.05
210 kg/cm ²	EB-1	28días	40623	229.57	109.32
	EB-2		40500	229.80	109.43
	EB-3		40616	229.53	109.30
	EB-4		40612	229.51	109.29
	EB-5		40605	229.47	109.27
PROMEDIO				229.59	109.32

Figura 12

Roturas a compresión de MD+7%MFSI

Se muestra la evolución de la resistencia compresiva del concreto con un 7% de macrofibras sintéticas (MFSI) a lo largo del tiempo. A los 7 días, la resistencia promedio alcanzó 169.52 kg/cm², representando el 80.72% de la resistencia final obtenida a los 28 días. A los 14 días, la resistencia aumentó a 199.60 kg/cm², correspondiente al 95.05% de la resistencia final. Finalmente, a los 28 días, el esfuerzo promedio fue de 229.59 kg/cm², superando el diseño de 210 kg/cm² en un 109.32%. La curva refleja un incremento acelerado, seguido de una estabilización progresiva hacia el final del periodo de curado, destacando la influencia positiva del 7% de macrofibras en la resistencia compresiva del concreto.

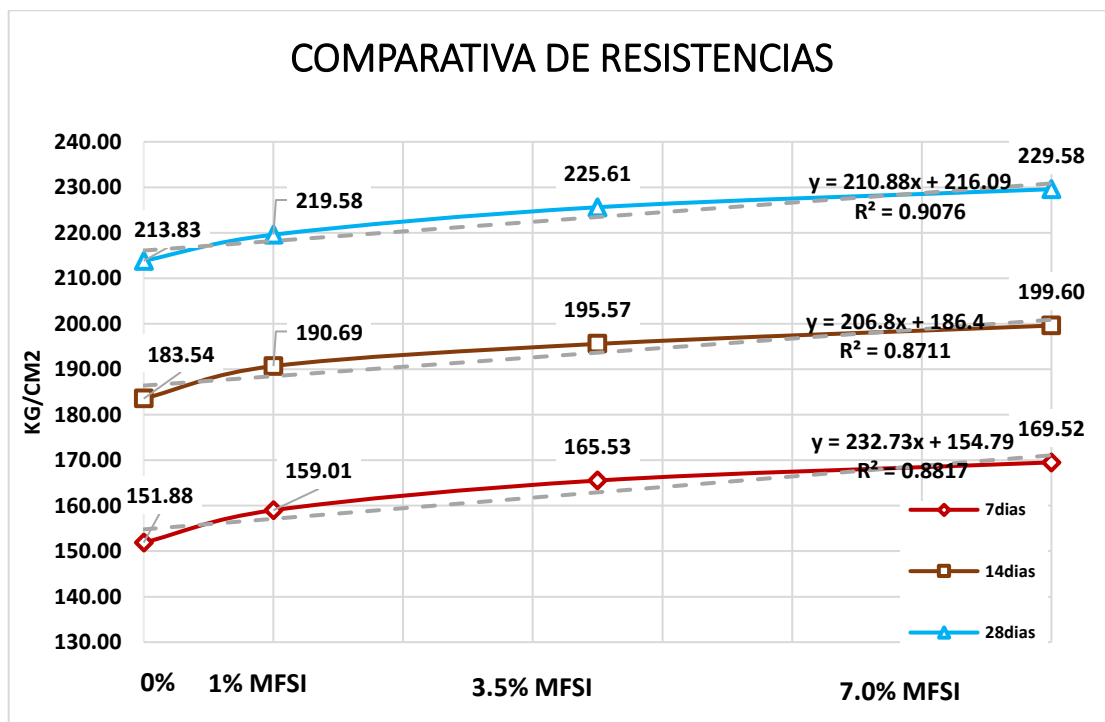
Tabla 11

Comparativa general de resistencias con macrofibras sintéticas

Grupo de prueba	Roturas a compresión (kg/cm ²)		
	7 días (kg/cm ²)	14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)
MD	151.88	183.54	213.83
1.0% MFSI	159.01	190.69	219.58
3.5% MFSI	165.53	195.57	225.61
7.0% MFSI	169.52	199.60	229.58

Figura 13

Variación general de resistencias con macrofibras sintéticas



Se muestra los valores promedio de resistencia compresiva a 28 días para el concreto convencional y las mezclas con macrofibras sintéticas. El concreto convencional alcanzó una resistencia de 213.83 kg/cm², mientras que las mezclas modificadas lograron mayores valores: 219.58 kg/cm² con 1% de macrofibras, 225.61 kg/cm² con 3.5% y 229.58 kg/cm² con 7%. Estos resultados confirman que la adición de macrofibras mejora significativamente la resistencia a compresión, especialmente con mayores porcentajes.



▪ **Roturas de compresión con la adición de perlas de poliestireno**

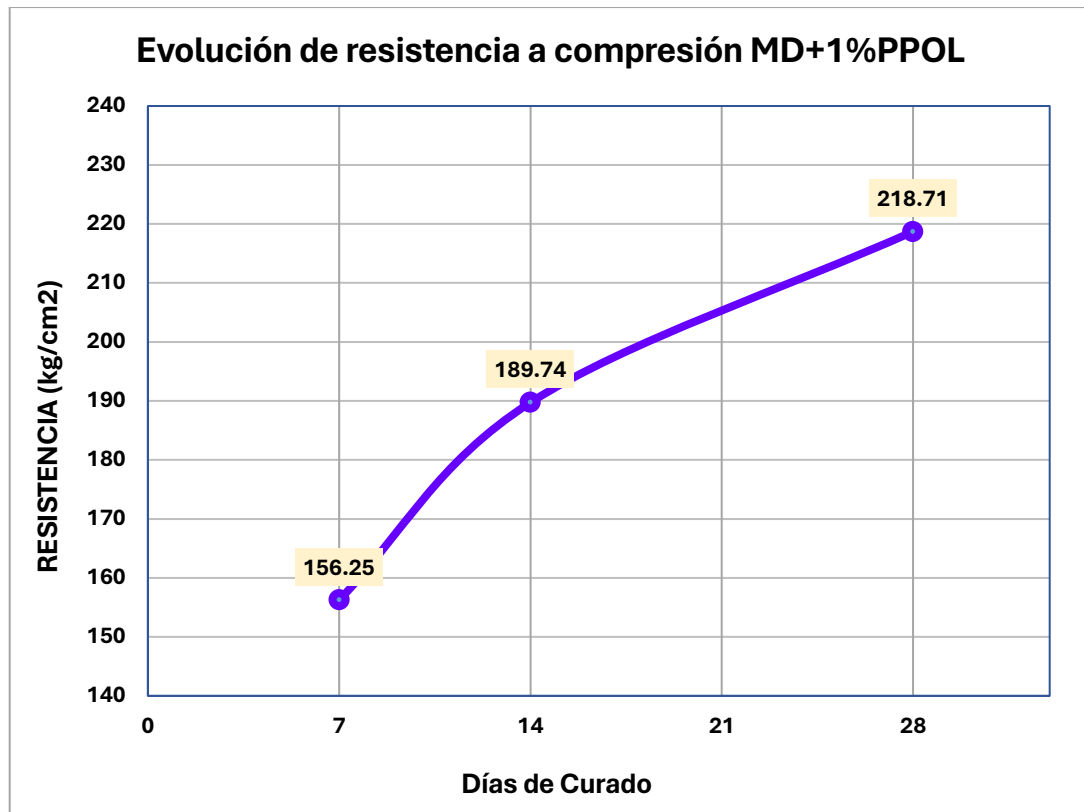
Tabla 12

Roturas a compresión de MD+1%PPOL

Diseño	Muestra	Tiempo	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Esfuerzo de rotura (%)
210 kg/cm ²	EB-1	7días	27659	156.31	74.43
	EB-2		27648	156.25	74.40
	EB-3		27653	156.28	74.42
	EB-4		27639	156.20	74.38
	EB-5		27640	156.20	74.38
PROMEDIO				156.25	74.40
210 kg/cm ²	EB-1	14días	33550	189.60	90.29
	EB-2		33563	189.67	90.32
	EB-3		33563	189.67	90.32
	EB-4		33476	189.94	90.45
	EB-5		33582	189.78	90.37
PROMEDIO				189.74	90.35
210 kg/cm ²	EB-1	28días	38698	218.69	104.14
	EB-2		38689	218.64	104.12
	EB-3		38695	218.68	104.13
	EB-4		38570	218.84	104.21
	EB-5		38696	218.68	104.13
PROMEDIO				218.71	104.15

Figura 14

Roturas a compresión de MD+1%PPOL



Se muestra la evolución de la resistencia compresiva de la mezcla con un 1% de perlas de poliestireno (PPOL) a lo largo del tiempo. A los 7 días, la resistencia promedio fue de 156.25 kg/cm², correspondiente al 74.40% de la resistencia final alcanzada a los 28 días. A los 14 días, la resistencia aumentó a 189.74 kg/cm², representando el 90.35% de la resistencia final. Finalmente, a los 28 días, el esfuerzo promedio alcanzó 218.71 kg/cm², superando el diseño base logrando un 104.15%. La curva muestra un incremento acelerado y una estabilización hacia el día 28, indicando que el uso de perlas de poliestireno permite mejorar la resistencia del concreto, sin alterar significativamente su capacidad estructural.

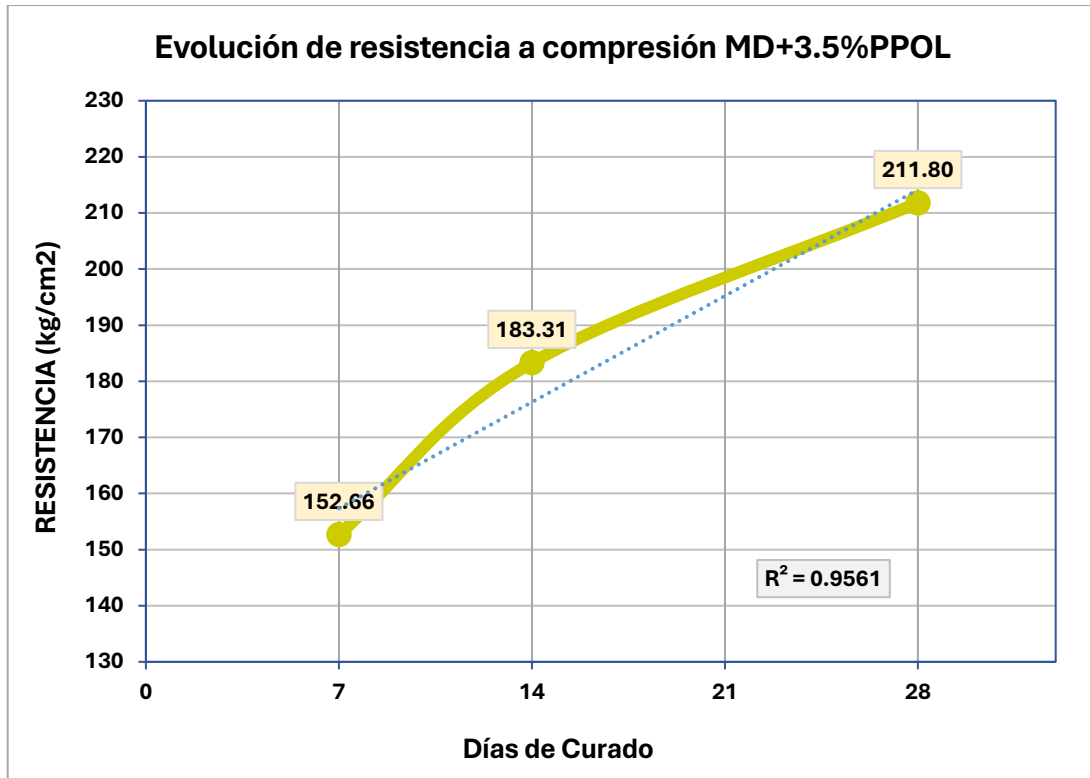
Tabla 13

Roturas a compresión de MD+3.5%PPOL

Diseño	Muestra	Tiempo	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Esfuerzo de rotura (%)
210 kg/cm ²	EB-1	7días	27013	152.66	72.69
	EB-2		27009	152.64	72.68
	EB-3		27011	152.65	72.69
	EB-4		27021	152.70	72.72
	EB-5		27016	152.68	72.70
PROMEDIO				152.66	72.70
210 kg/cm ²	EB-1	14días	32312	183.34	87.30
	EB-2		32421	183.22	87.25
	EB-3		32310	183.33	87.30
	EB-4		32309	183.32	87.30
	EB-5		32310	183.33	87.30
PROMEDIO				183.31	87.29
210 kg/cm ²	EB-1	28días	37454	211.66	100.79
	EB-2		37484	211.83	100.87
	EB-3		37472	211.77	100.84
	EB-4		37363	212.00	100.95
	EB-5		37471	211.76	100.84
PROMEDIO				211.80	100.86

Figura 15

Roturas a compresión de MD+3.5%PPOL



Se presenta la evolución de la resistencia compresiva de la mezcla de concreto con un 3.5% de perlas de poliestireno (PPOL) a lo largo del tiempo. A los 7 días, la resistencia promedio fue de 152.66 kg/cm², lo que representa el 72.70% de la resistencia final obtenida a los 28 días. A los 14 días, la resistencia se incrementó a 183.31 kg/cm², alcanzando el 87.29% de la resistencia final. Finalmente, a los 28 días, el esfuerzo promedio fue de 211.80 kg/cm², cumpliendo con la resistencia esperada de diseño. La curva refleja un comportamiento estable con una ganancia acelerada, seguida de una estabilización hacia los 28 días, indicando que la incorporación de 3.5% de perlas de poliestireno permite conservar un buen desempeño.



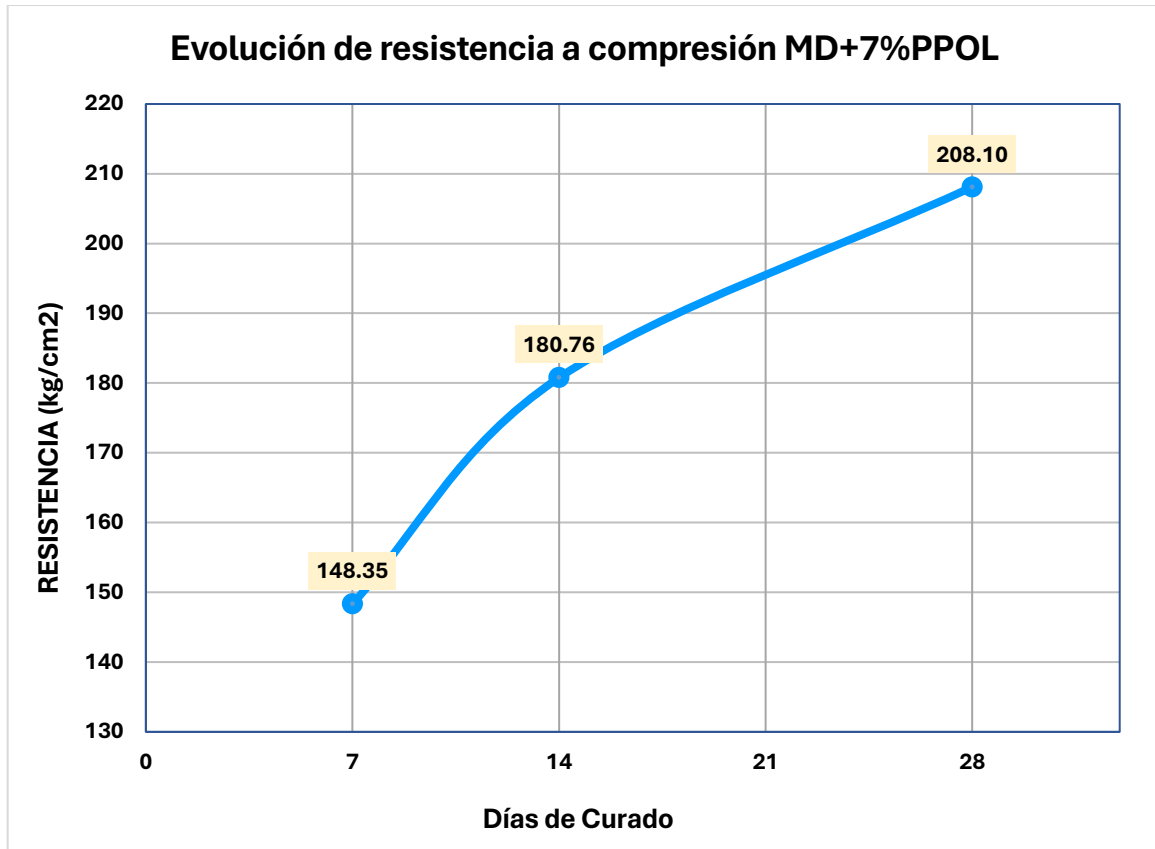
Tabla 14

Roturas a compresión de MD+7%PPOL

Diseño	Muestra	Tiempo	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Esfuerzo de rotura (%)
210 kg/cm ²	EB-1	7días	26254	148.37	70.65
	EB-2		26246	148.32	70.63
	EB-3		26242	148.30	70.62
	EB-4		26249	148.34	70.64
	EB-5		26263	148.42	70.68
PROMEDIO				148.35	70.64
210 kg/cm ²	EB-1	14días	31865	180.80	86.10
	EB-2		31952	180.57	85.99
	EB-3		31849	180.71	86.05
	EB-4		31853	180.73	86.06
	EB-5		31896	180.98	86.18
PROMEDIO				180.76	86.08
210 kg/cm ²	EB-1	28días	36798	207.96	99.03
	EB-2		36821	208.09	99.09
	EB-3		36840	208.19	99.14
	EB-4		36709	208.29	99.18
	EB-5		36800	207.97	99.03
PROMEDIO				208.10	99.09

Figura 16

Roturas a compresión de MD+7%PPOL



Se ilustra la evolución de la resistencia compresiva de la mezcla con un 7% de perlas de poliestireno (PPOL) a lo largo del tiempo. A los 7 días, la resistencia promedio fue de 148.35 kg/cm², lo que representa el 70.64% de la resistencia final a los 28 días. A los 14 días, la resistencia se incrementó a 180.76 kg/cm², alcanzando el 86.08% de la resistencia final. Finalmente, a los 28 días, el esfuerzo promedio fue de 208.10 kg/cm², cumpliendo con el diseño esperado, aunque levemente inferior al estándar. La curva refleja una ganancia inicial moderada y una estabilización hacia los 28 días, destacando que un porcentaje elevado de perlas de poliestireno puede afectar ligeramente el desempeño mecánico del concreto.

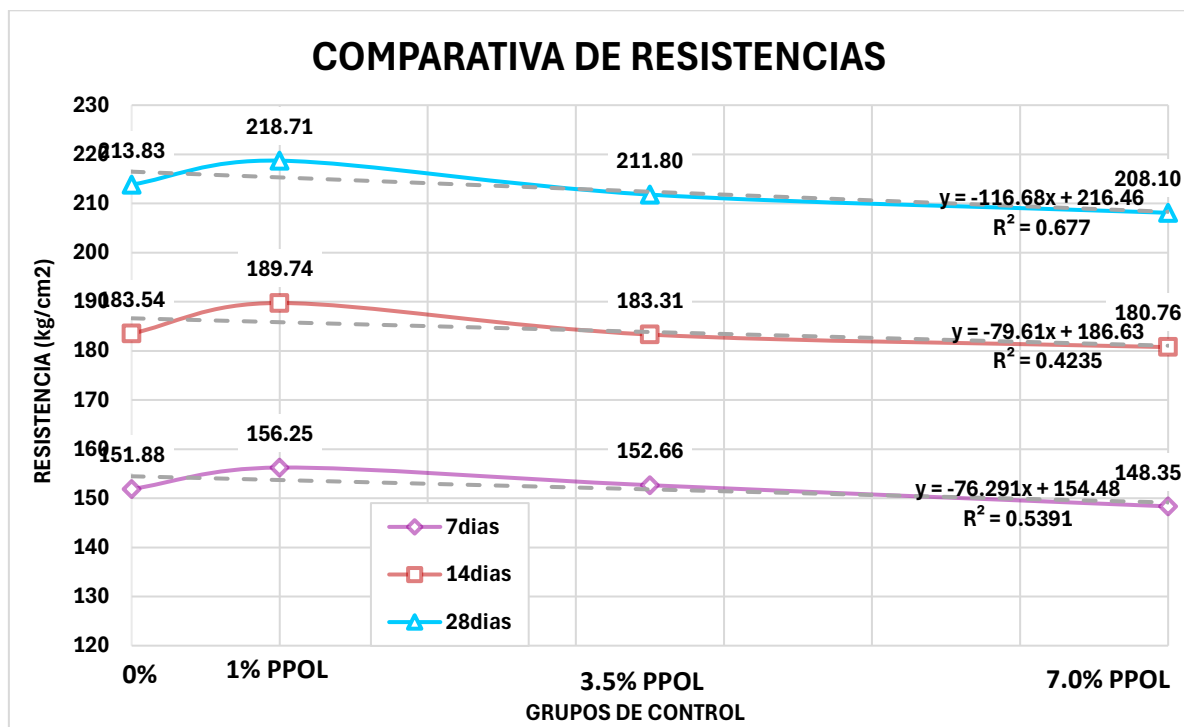
Tabla 15

Comparativa general de resistencias con perlas de poliestireno

Grupo de prueba	Roturas a compresión (kg/cm ²)		
	7 días (kg/cm ²)	14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)
MD	151.88	183.54	213.83
1.0% PPOL	156.25	189.74	218.71
3.5% PPOL	152.66	183.31	211.80
7.0% PPOL	148.35	180.76	208.10

Figura 17

Variación general de resistencias con perlas de poliestireno



Se compara las resistencias a compresión a 28 días del concreto convencional (213.83 kg/cm²) y las mezclas con 1%, 3.5% y 7% de perlas de poliestireno (PPOL). La mezcla con 1% PPOL logró la mayor resistencia (218.71 kg/cm²), superando al diseño convencional. La mezcla con 3.5% PPOL alcanzó 211.80 kg/cm², manteniéndose cercana al valor convencional, mientras que la mezcla con 7% PPOL registró una menor resistencia de 208.10 kg/cm². Esto evidencia que porcentajes elevados de PPOL reducen la resistencia estructural del concreto.

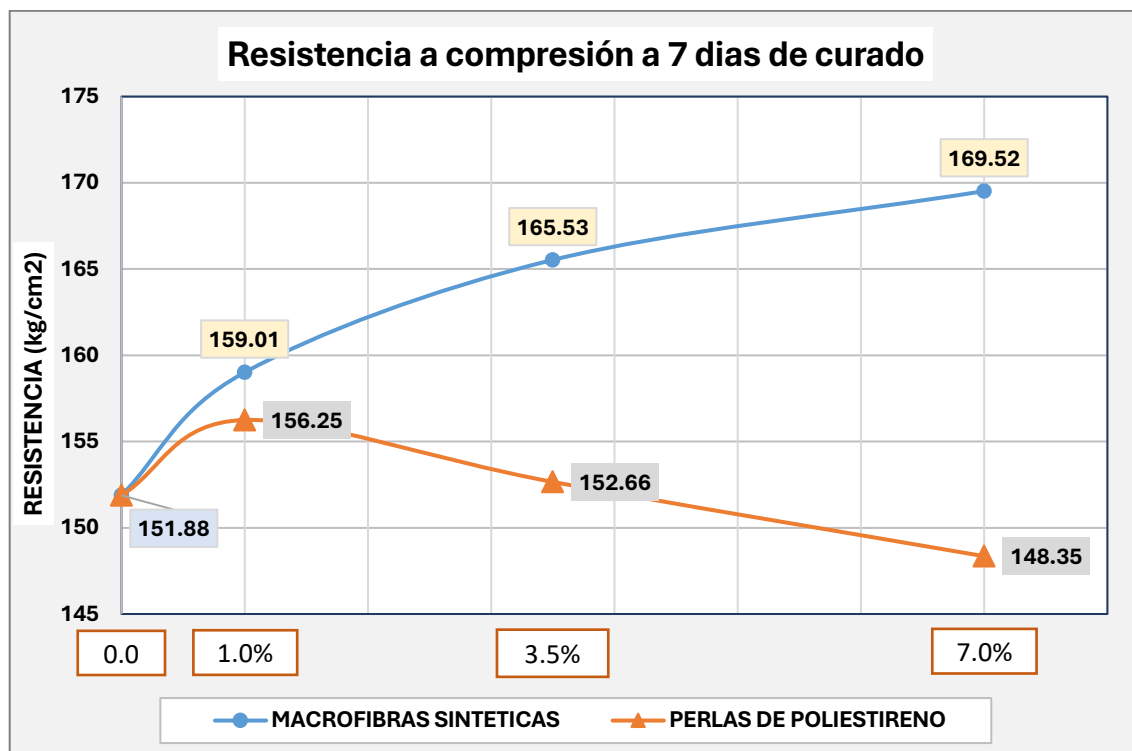
Tabla 16

Comparativa de roturas a compresión- 7 días

Grupo de prueba	7 días
MD	151.88 kg/cm ²
1.0% MFSI	159.01 kg/cm ²
3.5% MFSI	165.53 kg/cm ²
7.0% MFSI	169.52 kg/cm ²
1.0% PPOL	156.25 kg/cm ²
3.5% PPOL	152.66 kg/cm ²
7.0% PPOL	148.35 kg/cm ²

Figura 18

Comparativa de roturas a compresión- 7 días



Se presenta una comparación de las resistencias a los 7 días de curado, donde se observa que las muestras con un 7% de macrofibras sintéticas presentan una mayor resistencia. En contraste, las muestras con perlas de polipropileno muestran una resistencia inferior, incluso menor que la de la muestra de diseño.

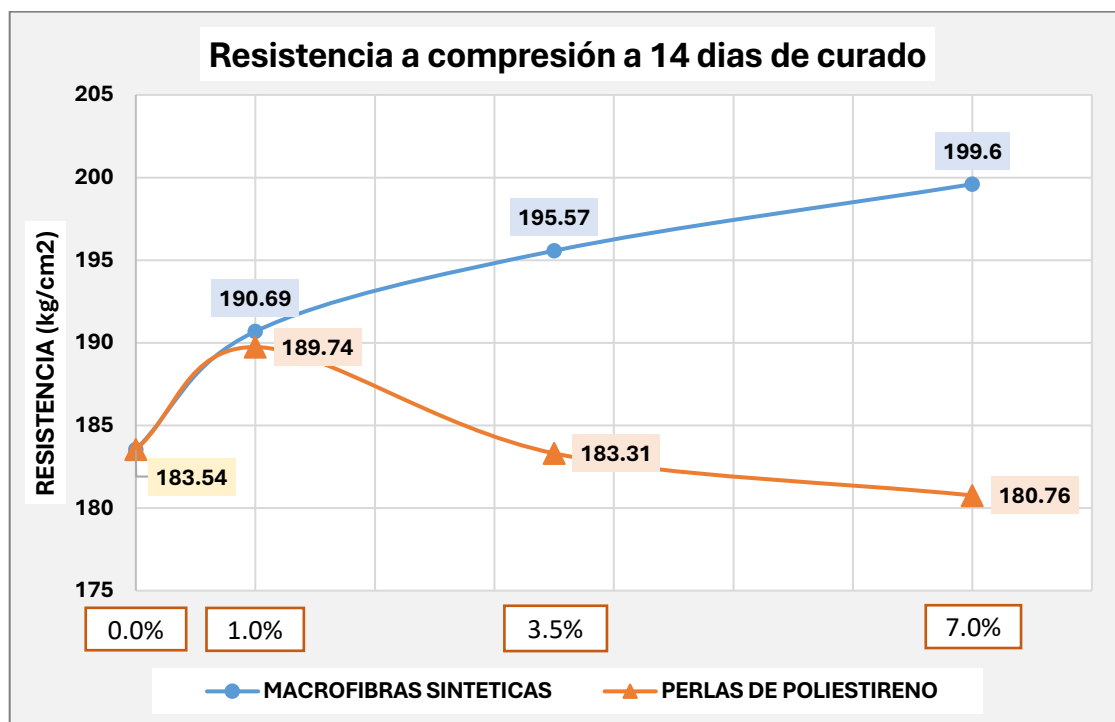
Tabla 17

Comparativa de roturas a compresión- 14 días

Grupo de prueba	14 días
MD	183.54 kg/cm ²
1.0% MFSI	190.69 kg/cm ²
3.5% MFSI	195.57 kg/cm ²
7.0% MFSI	199.60 kg/cm ²
1.0% PPOL	189.74 kg/cm ²
3.5% PPOL	183.31 kg/cm ²
7.0% PPOL	180.76 kg/cm ²

Figura 19

Comparativa de roturas a compresión- 14 días



Se muestra las resistencias a compresión a los 14 días de curado, comparando distintas proporciones de macrofibras sintéticas y perlas de polipropileno. Se observa que las muestras con un 7% de macrofibras sintéticas presentan la mayor resistencia, mientras que las muestras con perlas de polipropileno muestran las resistencias más bajas, incluso inferiores a las de la muestra de diseño.

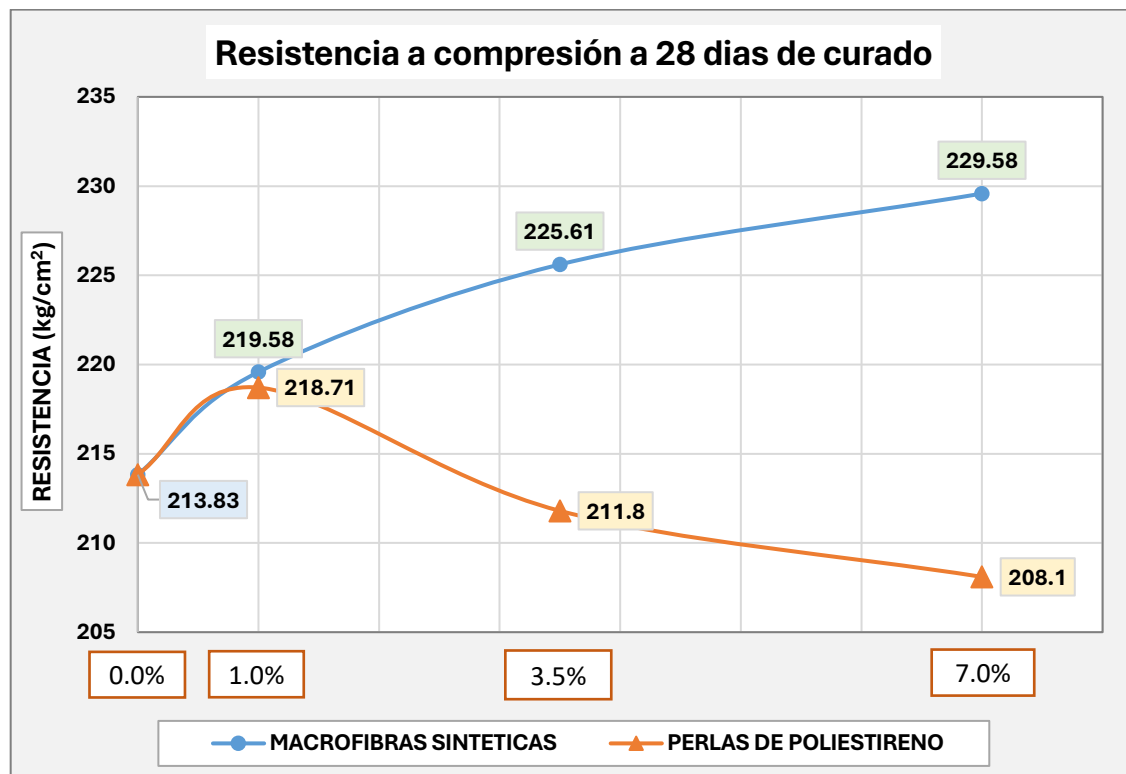
Tabla 18

Comparativa de roturas a compresión- 28 días

Grupo de prueba	28 días
MD	213.83 kg/cm ²
1.0% MFSI	219.58 kg/cm ²
3.5% MFSI	225.61 kg/cm ²
7.0% MFSI	229.58 kg/cm ²
1.0% PPOL	218.71 kg/cm ²
3.5% PPOL	211.80 kg/cm ²
7.0% PPOL	208.10 kg/cm ²

Figura 20

Comparativa final de roturas a compresión- 28 días



Se muestra las resistencias a compresión a los 28 días de curado, donde las muestras con un 7% de macrofibras sintéticas alcanzan la mayor resistencia (229.58 kg/cm²). Por otro lado, las muestras con perlas de polipropileno presentan las resistencias más bajas, incluso inferiores a las de la muestra de diseño.

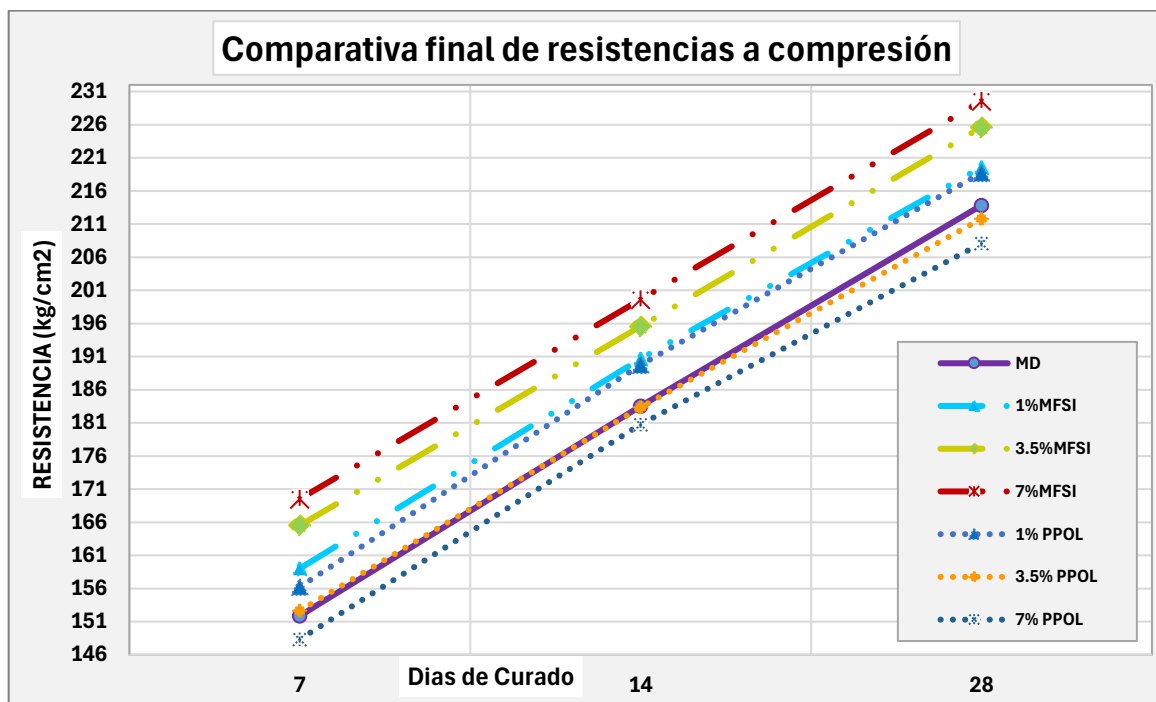
Tabla 19

Comparativa final de roturas a compresión

Grupo de prueba	Roturas a compresión (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
MD	151.88	183.54	213.83
1.0%MFSI	159.01	190.69	219.58
3.5%MFSI	165.53	195.57	225.61
7.0%MFSI	169.52	199.60	229.58
1.0% PPOL	156.25	189.74	218.71
3.5% PPOL	152.66	183.31	211.80
7.0% PPOL	148.35	180.76	208.10

Figura 21

Comparativa final de roturas a compresión



Se muestra la evolución de la resistencia compresiva del concreto convencional (MD) y las mezclas con macrofibras sintéticas (MFSI) y perlas de poliestireno (PPOL). Las mezclas con MFSI superaron al concreto convencional, destacando las de 3.5% y 7% MFSI, con resistencias de 225.61 kg/cm² y 229.58 kg/cm², respectivamente. En cambio, las mezclas con PPOL mostraron resistencias menores, siendo la mezcla con 7% PPOL la de menor resistencia (208.10 kg/cm² a los 28 días). Las líneas reflejan que las macrofibras aumentan la resistencia, mientras que las perlas de poliestireno la disminuyen.

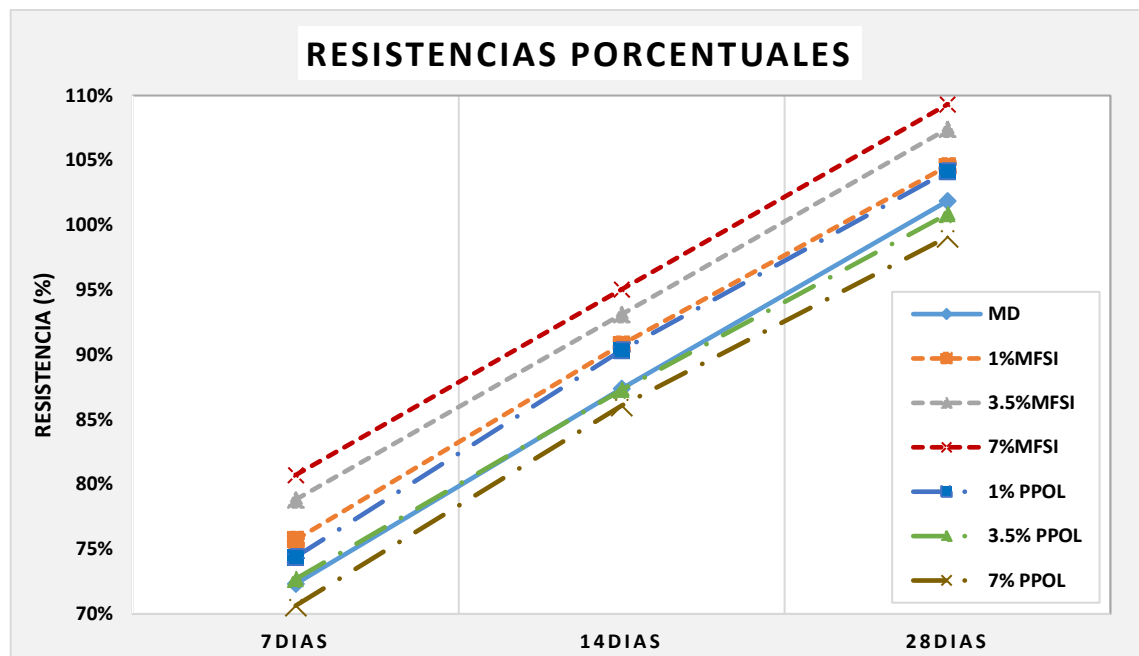
Tabla 20

Comparativa final de roturas a compresión porcentual

Grupo de prueba	Variación porcentual de la Resistencia			Variación
	7 días	14 días	28 días	
MD	72.32%	87.40%	101.86%	-
1%MFSI	75.72%	90.80%	104.56%	2.70%
3.5%MFSI	78.82%	93.13%	107.43%	5.57%
7%MFSI	80.72%	95.05%	109.32%	7.46%
1% PPOL	74.40%	90.35%	104.15%	2.29%
3.5% PPOL	72.70%	87.29%	100.86%	-1.00%
7% PPOL	70.64%	86.08%	99.09%	-2.77%

Figura 22

Comparativa final de roturas a compresión porcentual



Se muestran la comparación porcentual de resistencias a compresión entre el concreto convencional (MD) y las mezclas modificadas con macrofibras sintéticas (MFSI) y perlas de poliestireno (PPOL). En términos de ganancia porcentual, las mezclas con macrofibras mostraron un incremento positivo: 2.70% con 1% MFSI, 5.75% con 3.5% MFSI y 7.46% con 7% MFSI, destacando su capacidad para mejorar la resistencia final. Por el contrario, las mezclas con PPOL presentaron pérdidas porcentuales: -1.00% con 3.5% PPOL y -2.77% con 7% PPOL, lo que indica que cantidades elevadas de perlas de poliestireno reducen la resistencia estructural del concreto.

4.1.3 Incidencia de la aplicación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la resistencia a flexión

▪ Roturas a flexión de la mezcla de diseño

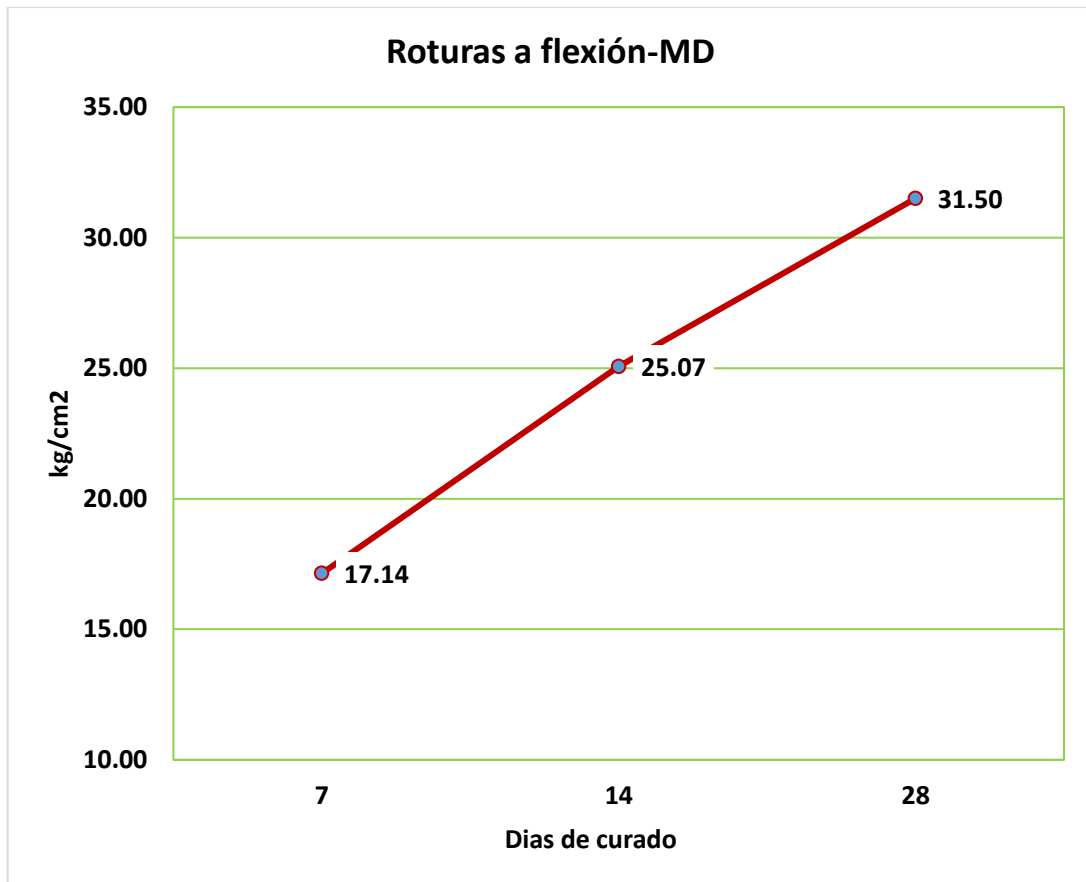
Tabla 21

Roturas a flexión de la mezcla de diseño patrón

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
7días	EF-1	1158.87	17.23
	EF-2	1150.63	17.05
	EF-3	1153.71	17.21
	EF-4	1149.67	17.03
	EF-5	1155.59	17.18
	PROMEDIO		17.14
14días	EF-1	1687.54	25.08
	EF-2	1682.50	25.09
	EF-3	1680.63	24.98
	EF-4	1690.49	25.04
	EF-5	1685.54	25.14
	PROMEDIO		25.07
28días	EF-1	2123.42	31.56
	EF-2	2118.60	31.39
	EF-3	2120.31	31.62
	EF-4	2113.25	31.31
	EF-5	2128.50	31.64
	PROMEDIO		31.50

Figura 23

Roturas a flexión de la mezcla de diseño patrón



Se presenta la evolución de la resistencia a flexión de la mezcla de diseño patrón a lo largo de los 7, 14 y 28 días. Se observa un aumento progresivo en la resistencia a flexión, pasando de 17.14kg/cm² a los 7 días, a 25.07kg/cm² a los 14 días, y alcanzando 31.50 kg/cm² a los 28 días. La gráfica refleja un comportamiento consistente con el desarrollo esperado de las propiedades mecánicas del concreto, destacando una ganancia significativa en las primeras etapas y una estabilización hacia el día 28. Este comportamiento confirma que el diseño cumple con los parámetros de resistencia especificados.



Roturas de compresión con la adición de macrofibras sintéticas

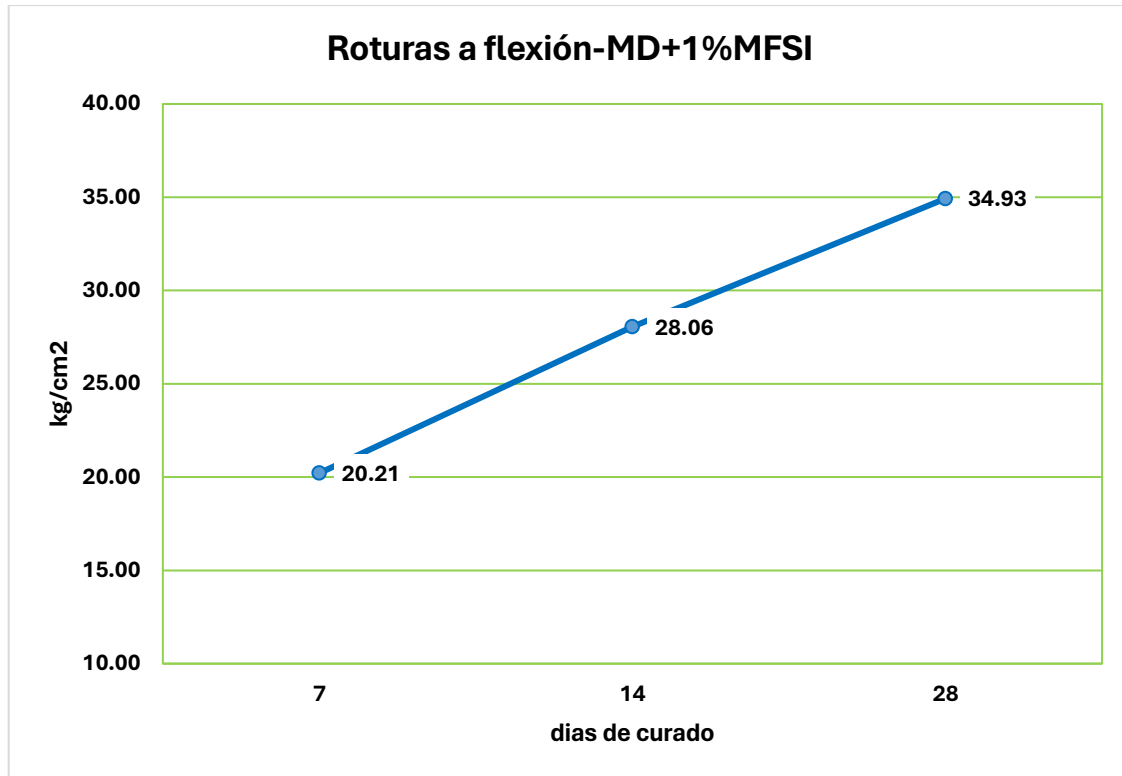
Tabla 22

Roturas a flexión-MD+1%MFSI

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm2
7días	EF-1	1361.20	20.23
	EF-2	1364.15	20.21
	EF-3	1363.04	20.19
	EF-4	1365.11	20.22
	EF-5	1357.13	20.17
	PROMEDIO		20.21
14días	EF-1	1884.16	28.01
	EF-2	1891.51	28.02
	EF-3	1895.60	28.08
	EF-4	1896.53	28.10
	EF-5	1897.68	28.11
	PROMEDIO		28.06
28días	EF-1	2354.16	34.99
	EF-2	2350.20	34.82
	EF-3	2360.27	34.97
	EF-4	2361.20	34.98
	EF-5	2355.15	34.89
	PROMEDIO		34.93

Figura 24

Roturas a flexión-MD+1%MFSI



Se muestra la evolución de la resistencia a flexión de la mezcla modificada con 1% de macrofibras sintéticas (MFSI) en edades de 7, 14 y 28 días. A los 7 días, la resistencia promedio fue de 20.21 kg/cm², indicando una mejora inicial en comparación con el diseño patrón. A los 14 días, la resistencia aumentó significativamente a 28.06 kg/cm², mostrando un desarrollo intermedio consistente. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanzó un promedio de 34.93 kg/cm², evidenciando una mejora notable en la resistencia a flexión final gracias a la incorporación de macrofibras sintéticas. Estos resultados destacan la influencia positiva del 1% de MFSI en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto, particularmente en la resistencia a flexión, superando al diseño convencional en todas las edades evaluadas.



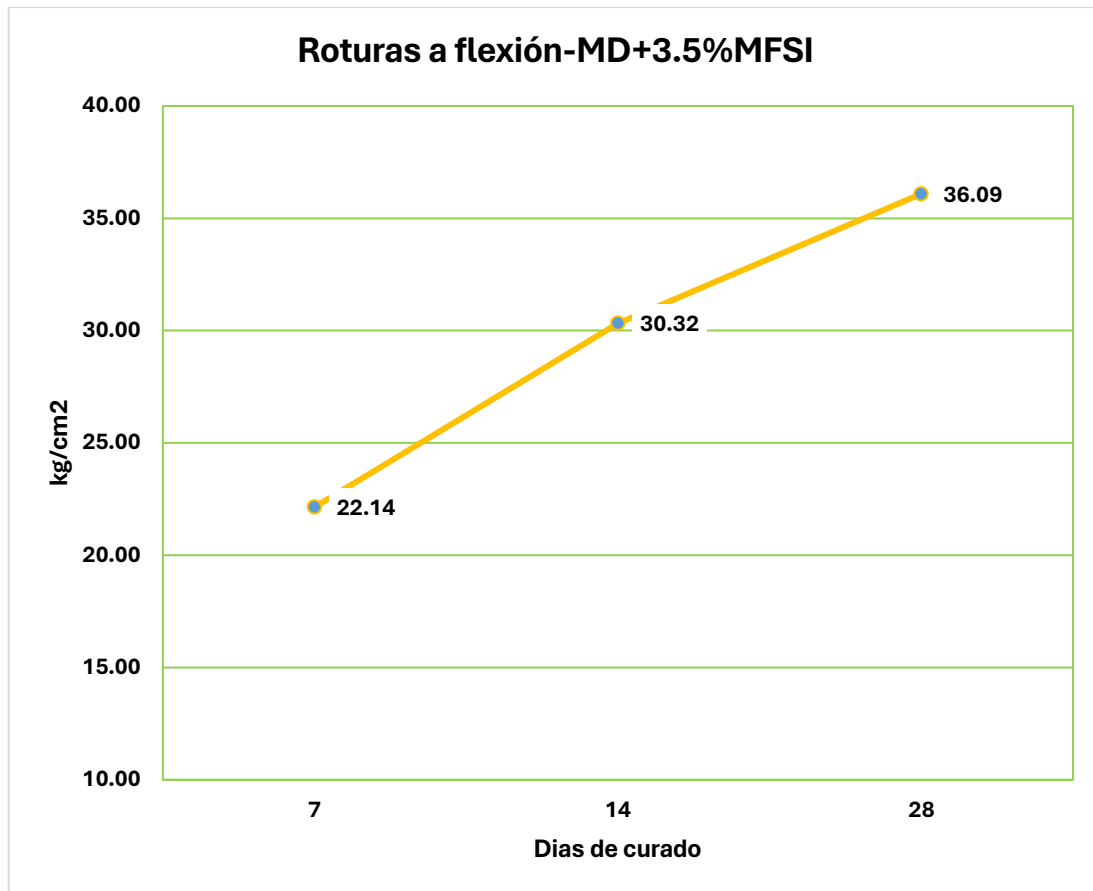
Tabla 23

Roturas a flexión-MD+3.5%MFSI

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm2
7días	EF-1	1488.56	22.13
	EF-2	1492.84	22.12
	EF-3	1496.29	22.17
	EF-4	1488.47	22.05
	EF-5	1494.62	22.22
	PROMEDIO		22.14
14días	EF-1	2056.95	30.58
	EF-2	2047.76	30.34
	EF-3	2039.82	30.22
	EF-4	2037.90	30.19
	EF-5	2042.85	30.26
	PROMEDIO		30.32
28días	EF-1	2428.32	36.10
	EF-2	2434.40	36.07
	EF-3	2436.26	36.09
	EF-4	2434.18	36.06
	EF-5	2438.19	36.12
	PROMEDIO		36.09

Figura 25

Roturas a flexión-MD+3.5%MFSI



Se presenta la evolución de la resistencia a flexión de la mezcla de concreto modificada con un 3.5% de macrofibras sintéticas (MFSI) en edades de 7, 14 y 28 días. A los 7 días, la resistencia promedio fue de 22.14 kg/cm², indicando un incremento respecto al diseño convencional en esta etapa inicial. A los 14 días, la resistencia promedio aumentó significativamente a 30.32 kg/cm², reflejando un desarrollo consistente en las propiedades mecánicas. Finalmente, a los 28 días, la resistencia a flexión alcanzó 36.09 kg/cm², superando tanto al diseño convencional como a las mezclas con menores porcentajes de macrofibras. Estos resultados evidencian que el uso de un 3.5% de MFSI mejora sustancialmente la resistencia a flexión del concreto, destacándose como una proporción óptima para aplicaciones donde se requiere un alto desempeño en flexión.



Tabla 24

Roturas a flexión-MD+7%MFSI

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
7días	EF-1	1589.60	23.63
	EF-2	1590.38	23.56
	EF-3	1591.49	23.58
	EF-4	1582.56	23.45
	EF-5	1583.38	23.54
	PROMEDIO		23.55
14días	EF-1	2135.90	31.75
	EF-2	2149.85	31.85
	EF-3	2138.80	31.69
	EF-4	2146.73	31.80
	EF-5	2145.96	31.79
	PROMEDIO		31.78
28días	EF-1	2428.32	36.10
	EF-2	2434.40	36.07
	EF-3	2436.26	36.09
	EF-4	2434.18	36.06
	EF-5	2438.19	36.12
	PROMEDIO		37.05

Figura 26

Roturas a flexión-MD+7%MFSI



Se muestra la evolución de la resistencia a flexión de la mezcla de concreto modificada con un 7% de macrofibras sintéticas (MFSI) en edades de 7, 14 y 28 días. A los 7 días, la resistencia promedio alcanzó 23.55 kg/cm², indicando una mejora significativa en comparación con el diseño convencional en esta etapa inicial. A los 14 días, la resistencia promedio incrementó a 31.78 kg/cm², mostrando un desarrollo constante en las propiedades mecánicas. Finalmente, a los 28 días, la resistencia promedio llegó a 37.05 kg/cm², siendo la más alta registrada entre las mezclas evaluadas. Estos resultados destacan que la incorporación de un 7% de MFSI optimiza notablemente la resistencia a flexión del concreto, reflejando un comportamiento excelente en todas las etapas del desarrollo mecánico del material.

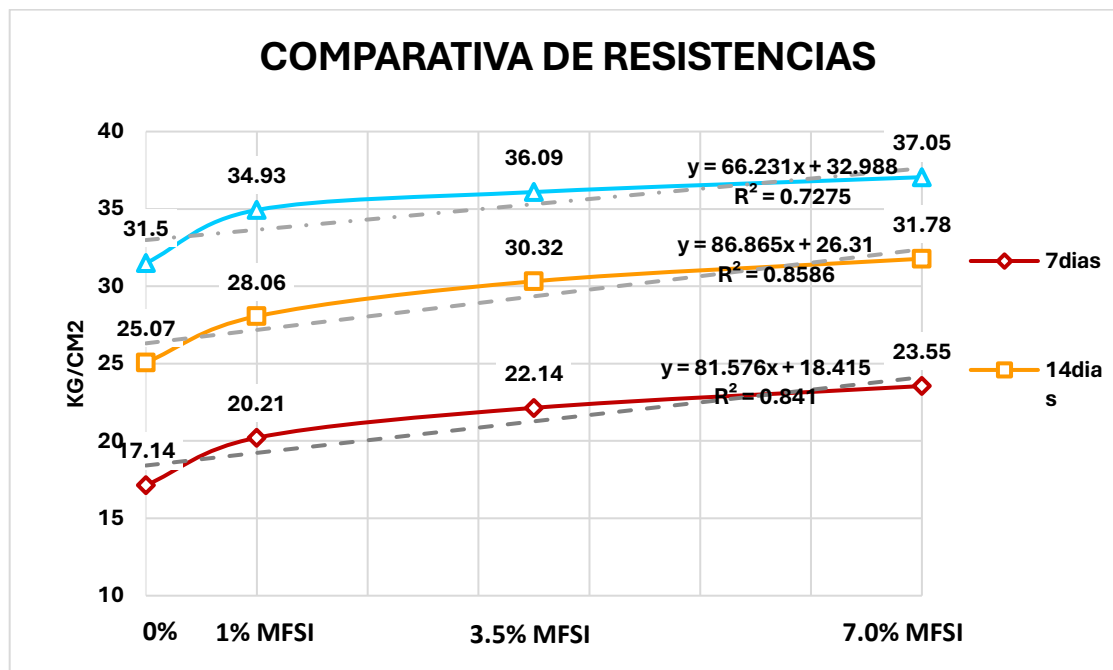
Tabla 25

Comparativa del concreto con macrofibras sintéticas

Detalle	Roturas a flexión (kg/cm ²)		
	7días	14días	28días
MD	17.14	25.07	31.50
1% MFSI	20.21	28.06	34.93
3.5% MFSI	22.14	30.32	36.09
7% MFSI	23.55	31.78	37.05

Figura 27

Comparativa del concreto con macrofibras sintéticas



Se presentan la comparación de resistencias a flexión del concreto convencional (MD) y las mezclas con macrofibras sintéticas (MFSI) a los 7, 14 y 28 días. Se observa un incremento significativo en la resistencia a medida que aumenta el porcentaje de macrofibras, destacándose la mezcla con 7% MFSI, que alcanzó 37.05 kg/cm² a los 28 días. Esto demuestra que las macrofibras mejoran notablemente el desempeño a flexión del concreto en comparación con el diseño convencional.

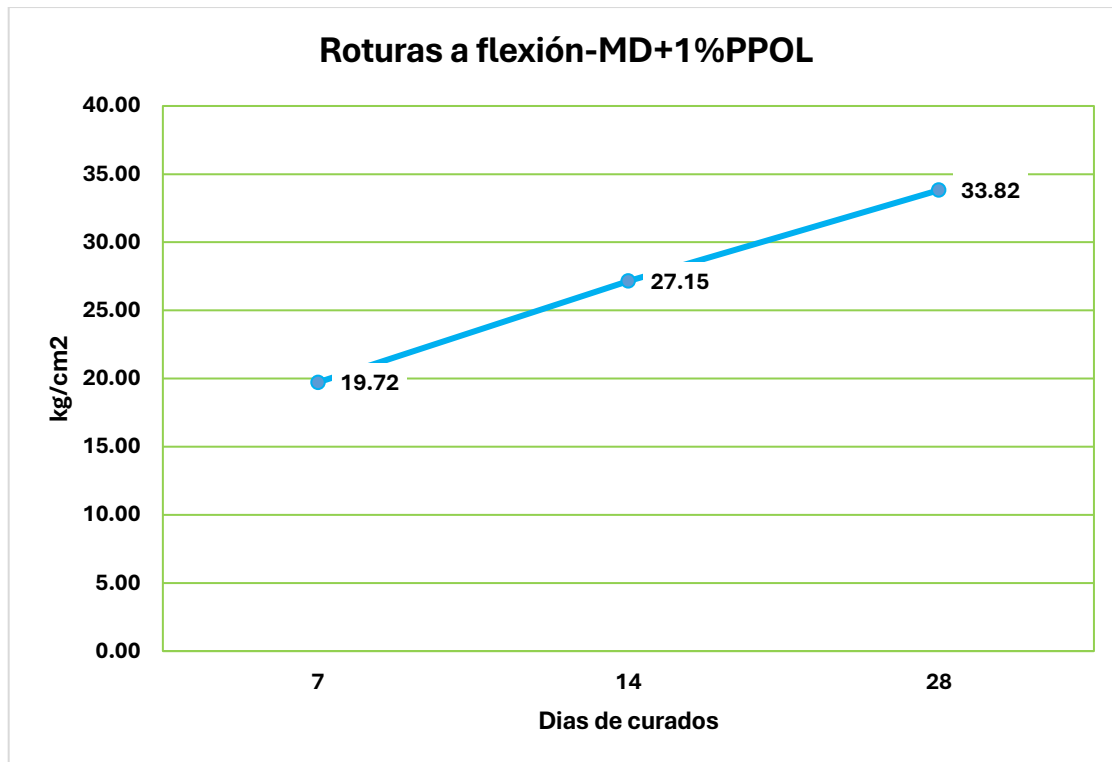


Tabla 26

Roturas a flexión-MD+1%PPOL

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexion Kg/cm2
7dias	EF-1	1334.52	19.84
	EF-2	1325.62	19.64
	EF-3	1328.70	19.68
	EF-4	1331.49	19.73
	EF-5	1326.53	19.72
	PROMEDIO		19.72
14dias	EF-1	1829.90	27.20
	EF-2	1830.84	27.12
	EF-3	1829.80	27.11
	EF-4	1832.66	27.15
	EF-5	1834.77	27.18
	PROMEDIO		27.15
28dias	EF-1	2290.50	34.05
	EF-2	2287.62	33.89
	EF-3	2285.51	33.86
	EF-4	2270.49	33.64
	EF-5	2272.50	33.67
	PROMEDIO		33.82

Figura 28

Roturas a flexión-MD+1%PPOL

Se muestra la evolución de la resistencia a flexión de la mezcla de concreto modificada con un 1% de perlas de poliestireno (PPOL) en edades de 7, 14 y 28 días. A los 7 días, la resistencia promedio alcanzó 19.72 kg/cm², reflejando un inicio sólido en el desarrollo de las propiedades mecánicas. A los 14 días, la resistencia promedio incrementó significativamente a 27.15 kg/cm², marcando un avance importante en esta etapa. Finalmente, a los 28 días, la resistencia promedio alcanzó 33.82 kg/cm², destacándose como un valor competitivo en comparación con el diseño convencional. Estos resultados demuestran que la incorporación de un 1% de PPOL tiene un impacto positivo en la resistencia a flexión del concreto, mejorando las propiedades finales mientras mantiene un buen desempeño en todas las etapas evaluadas.



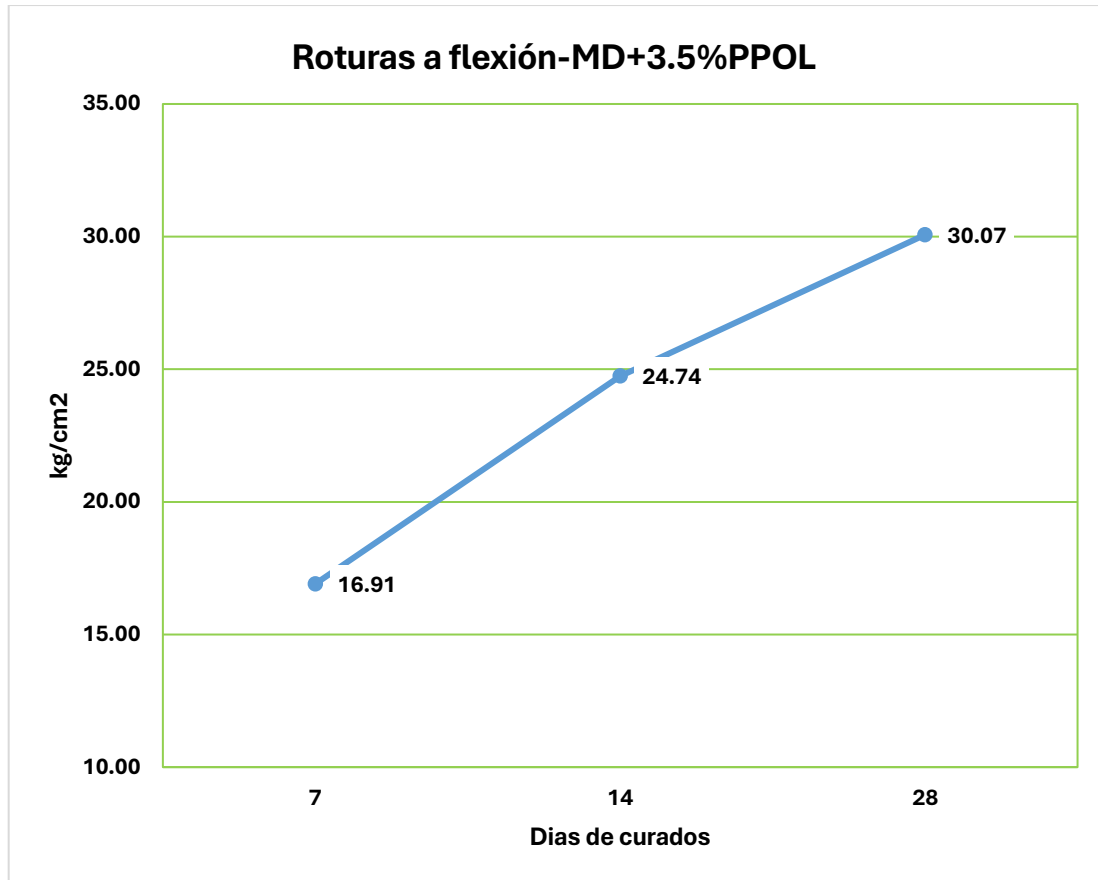
Tabla 27

Roturas a flexión-MD+3.5%PPOL

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexion Kg/cm2
7dias	EF-1	1135.60	16.88
	EF-2	1138.92	16.87
	EF-3	1146.79	16.99
	EF-4	1135.60	16.82
	EF-5	1142.87	16.99
	PROMEDIO		16.91
14dias	EF-1	1663.73	24.73
	EF-2	1674.80	24.81
	EF-3	1666.71	24.69
	EF-4	1668.80	24.72
	EF-5	1669.69	24.74
	PROMEDIO		24.74
28dias	EF-1	2018.87	30.01
	EF-2	2036.62	30.17
	EF-3	2027.49	30.04
	EF-4	2030.63	30.08
	EF-5	2028.57	30.05
	PROMEDIO		30.07

Figura 29

Roturas a flexión-MD+3.5%PPOL



Se muestra la evolución de la resistencia a flexión de la mezcla de concreto modificada con un 3.5% de perlas de poliestireno (PPOL) en edades de 7, 14 y 28 días. A los 7 días, la resistencia promedio fue de 16.91 kg/cm², mostrando un desarrollo inicial moderado en sus propiedades mecánicas. A los 14 días, la resistencia aumentó significativamente a 24.74 kg/cm², evidenciando un progreso importante en esta etapa. Finalmente, a los 28 días, la resistencia promedio alcanzó 30.07 kg/cm², consolidando un desempeño adecuado para esta modificación. Estos resultados indican que el 3.5% de PPOL contribuye a una resistencia a flexión aceptable, aunque con una influencia más limitada en comparación con otros diseños modificados.

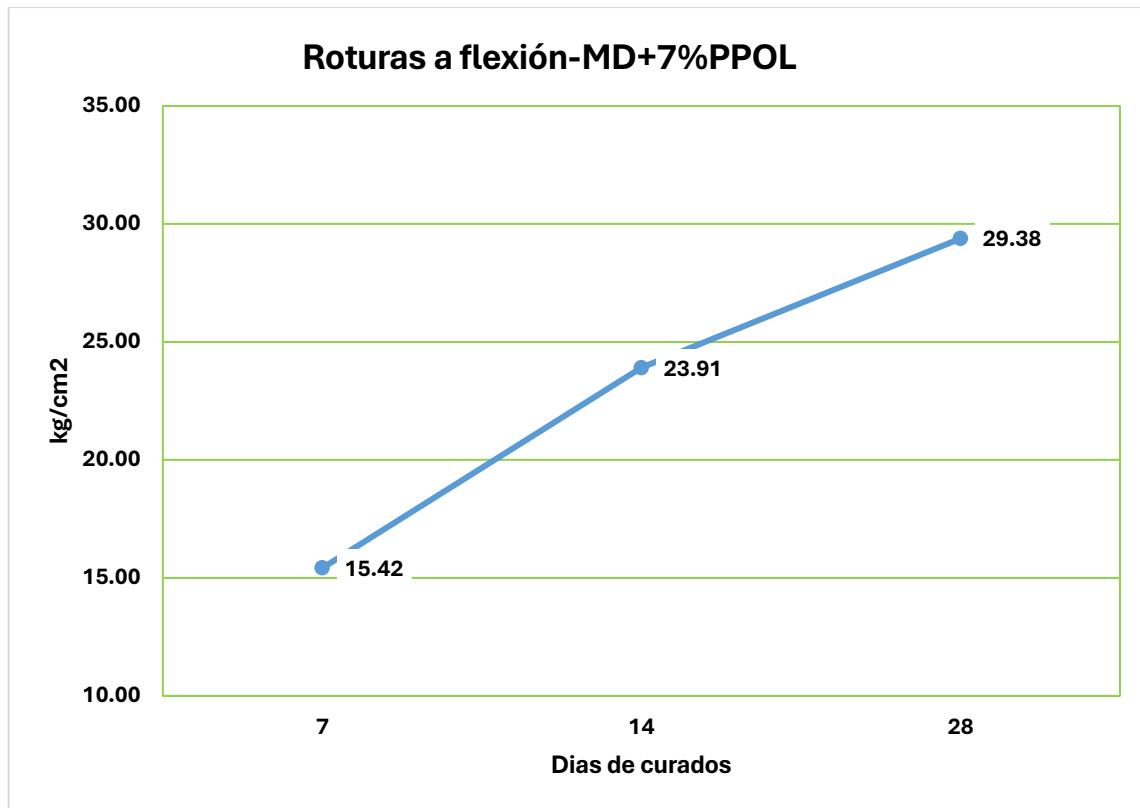


Tabla 28

Roturas a flexión-MD+7%PPOL

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexion Kg/cm2
7dias	EF-1	1032.90	15.35
	EF-2	1049.92	15.55
	EF-3	1030.81	15.27
	EF-4	1047.79	15.52
	EF-5	1037.58	15.42
	PROMEDIO		15.42
14dias	EF-1	1601.34	23.80
	EF-2	1613.52	23.90
	EF-3	1615.46	23.93
	EF-4	1614.68	23.92
	EF-5	1618.12	23.97
	PROMEDIO		23.91
28dias	EF-1	1957.96	29.10
	EF-2	1981.79	29.36
	EF-3	1989.88	29.48
	EF-4	1996.56	29.58
	EF-5	1982.77	29.37
	PROMEDIO		29.38

Figura 30

Roturas a flexión-MD+7%PPOL

Se muestra la evolución de la resistencia a flexión de la mezcla de concreto modificada con un 7% de perlas de poliestireno (PPOL) en edades de 7, 14 y 28 días. A los 7 días, la resistencia promedio fue de 15.42 kg/cm², reflejando un inicio moderado en el desarrollo de las propiedades mecánicas. A los 14 días, la resistencia incrementó a 23.91 kg/cm², mostrando un progreso significativo. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanzó 29.38 kg/cm², consolidándose como un valor razonable dentro de esta configuración. Estos resultados evidencian que un 7% de PPOL proporciona un desempeño aceptable en la resistencia a flexión, aunque con un impacto más limitado en comparación con porcentajes menores del mismo aditivo.

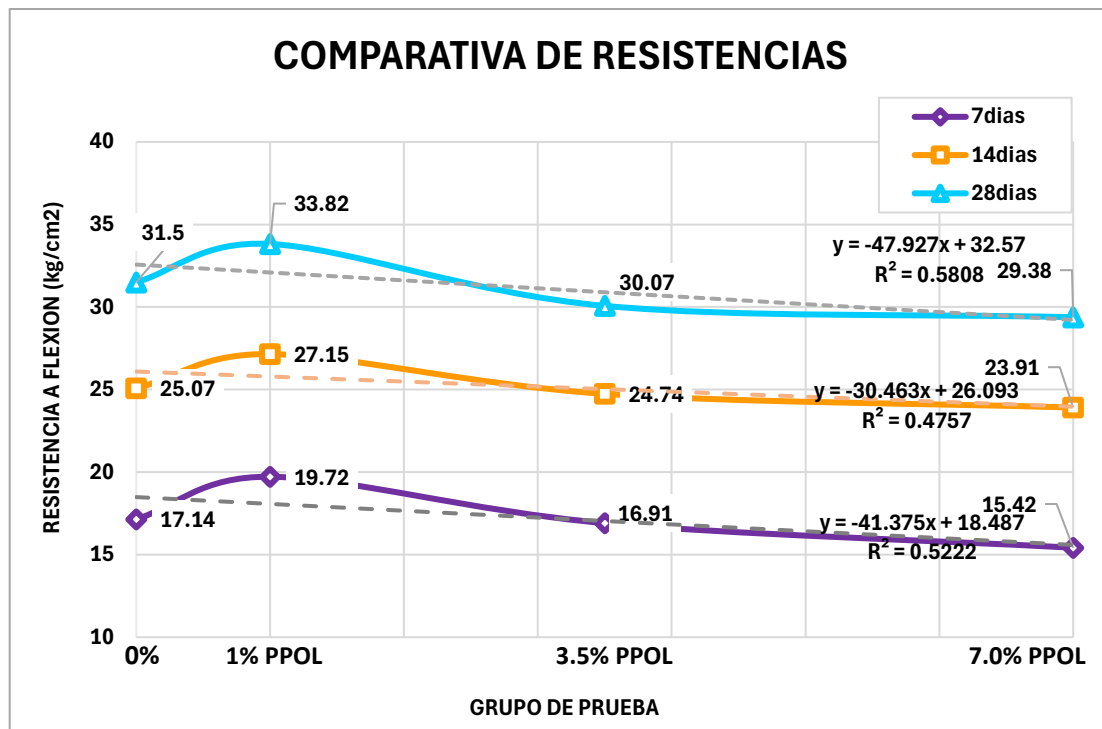
Tabla 29

Comparativa del concreto con perlas de poliestireno

Grupo de prueba	Roturas a flexión (kg/cm ²)		
	7días	14días	28días
MD	17.14	25.07	31.50
1% PPOL	19.72	27.15	33.82
3.5% PPOL	16.91	24.74	30.07
7% PPOL	15.42	23.91	29.38

Figura 31

Comparativa del concreto con perlas de poliestireno



Se muestran la comparación de resistencias a flexión del concreto convencional (MD) y las mezclas modificadas con diferentes porcentajes de perlas de poliestireno (PPOL) a los 7, 14 y 28 días. Las resistencias disminuyen a medida que aumenta el contenido de PPOL, destacando que la mezcla con 1% PPOL alcanzó la mayor resistencia a 28 días (33.82 kg/cm²), superando al concreto convencional. Sin embargo, las mezclas con 3.5% y 7% PPOL presentaron resistencias menores, evidenciando que mayores proporciones de PPOL afectan negativamente las propiedades mecánicas del concreto.

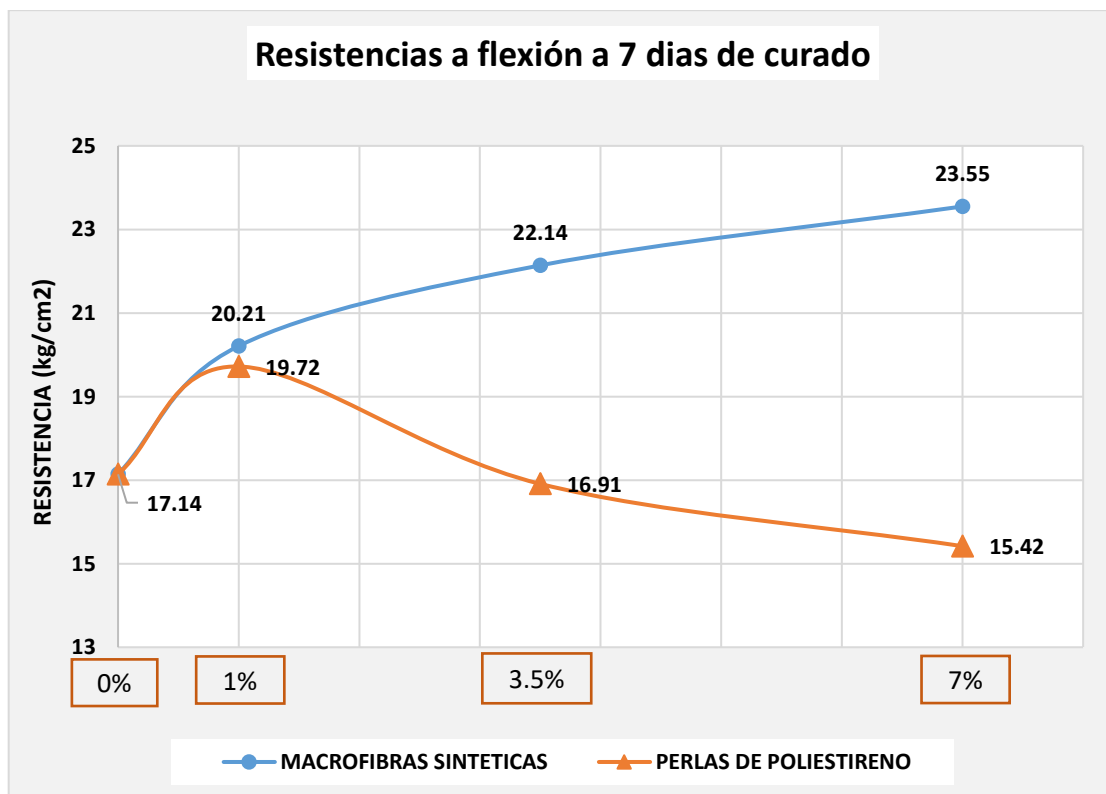
Tabla 30

Comparativa de roturas a flexión- 7 días

Grupo de prueba	Resistencia a flexión (kg/cm ²)
MD	17.14
1%MFSI	20.21
3.5%MFSI	22.14
7%MFSI	23.55
1% PPOL	19.72
3.5% PPOL	16.91
7% PPOL	15.42

Figura 32

Comparativa a flexión – 7 días



Se muestra las resistencias a flexión a los 7 días de curado. Se observa que las muestras con un 7% de macrofibras sintéticas presentan la mayor resistencia a flexión, mientras que las muestras con perlas de polipropileno tienen las resistencias más bajas, incluso inferiores a la muestra de diseño.

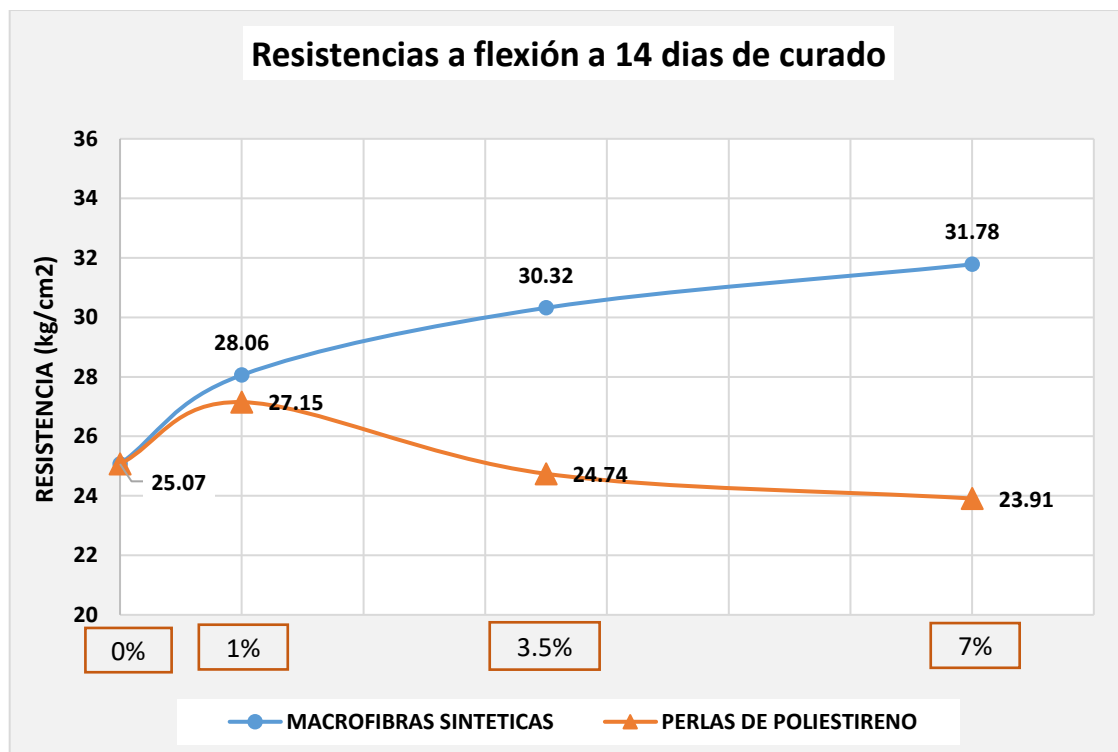
Tabla 31

Comparativa de roturas a flexión- 14 días

Grupo de prueba	Resistencia a flexión (kg/cm ²)
MD	25.07
1%MFSI	28.06
3.5%MFSI	30.32
7%MFSI	31.78
1% PPOL	27.15
3.5% PPOL	24.74
7% PPOL	23.91

Figura 33

Comparativa a flexión – 14 días



Se muestra las resistencias a flexión a los 14 días de curado, donde las muestras con un 7% de macrofibras sintéticas presentan la mayor resistencia. En cambio, las muestras con perlas de polipropileno muestran resistencias más bajas, especialmente las que contienen un 7% de perlas.

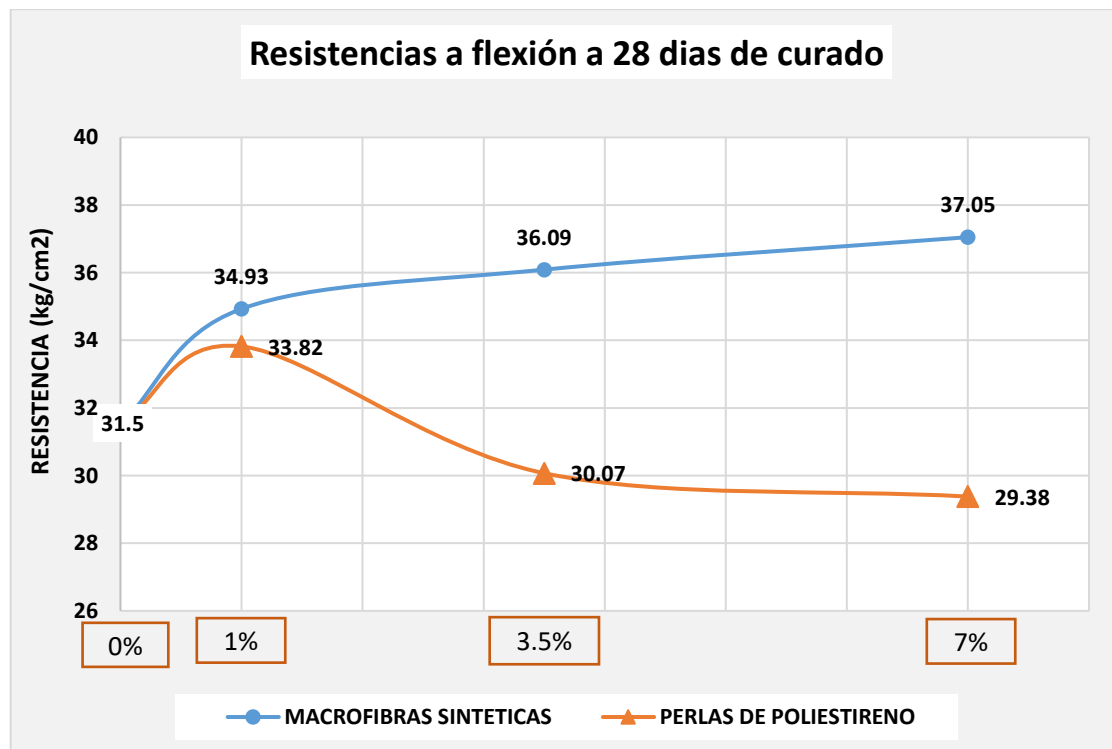
Tabla 32

Comparativa de roturas a flexión- 28 días

Grupo de prueba	Resistencia a flexión (kg/cm ²)
MD	31.50
1%MFSI	34.93
3.5%MFSI	36.09
7%MFSI	37.05
1% PPOL	33.82
3.5% PPOL	30.07
7% PPOL	29.38

Figura 34

Comparativa a flexión – 28 días



Se muestra las resistencias a flexión a los 28 días de curado. Las muestras con un 7% de macrofibras sintéticas obtienen la mayor resistencia, mientras que las muestras con perlas de polipropileno presentan las resistencias más bajas, especialmente las que contienen un 7% de perlas.

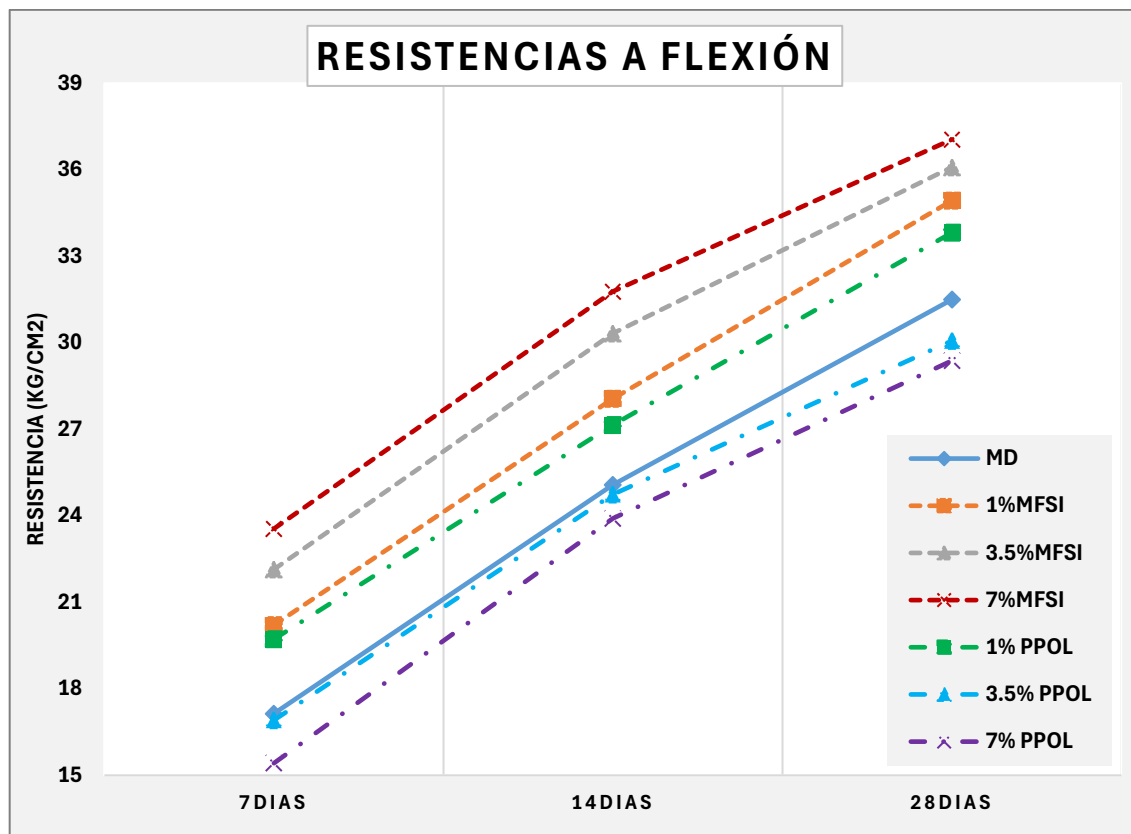
Tabla 33

Comparativa final a flexión

Grupo de prueba	Roturas a flexión (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
MD	17.14	25.07	31.50
1%MFSI	20.21	28.06	34.93
3.5%MFSI	22.14	30.32	36.09
7%MFSI	23.55	31.78	37.05
1% PPOL	19.72	27.15	33.82
3.5% PPOL	16.91	24.74	30.07
7% PPOL	15.42	23.91	29.38

Figura 35

Comparativa final a flexión



Se presentan una comparación de resistencias a flexión a 7, 14 y 28 días para diferentes mezclas de concreto. Se observa que las mezclas con 7% de macrofibras sintéticas (MFSI)

presentan los valores más altos de resistencia a flexión a los 28 días (37.05 kg/cm²), mientras que las mezclas con 7% de perlas de poliestireno (PPOL) registran las resistencias más bajas en todas las edades evaluadas, destacando el impacto de cada aditivo en el comportamiento mecánico del concreto.

4.2 Discusión de resultados

a) Respecto al objetivo 1

El asentamiento del concreto fresco es un parámetro crucial en su trabajabilidad y en la facilidad de colocación del material. En los estudios revisados, la adición de fibras sintéticas (como las de polipropileno) en el concreto, como se observa en el trabajo de Aquise & Meneses (2022), no afectó drásticamente el asentamiento, pero sí mostró variaciones según la cantidad de fibra agregada. En su caso, la adición de fibras de polipropileno en dosis de 200 g/m³, 400 g/m³ y 600 g/m³ aumentó ligeramente la viscosidad de la mezcla, lo que podría reducir el asentamiento en comparación con el concreto convencional. Sin embargo, la dosificación óptima de 400 g/m³ mostró una mejora en la trabajabilidad sin comprometer significativamente el asentamiento.

Por otro lado, el estudio de Enciso (2020), sobre el concreto ligero con perlas de poliestireno, mostró que la inclusión de este material redujo la densidad y, por ende, el asentamiento. Las perlas de poliestireno actuaron como sustitutos parciales de los agregados finos, lo que afectó la cohesión y fluidez de la mezcla. Si bien la mezcla se volvió más ligera, el asentamiento disminuyó debido a la menor capacidad de la mezcla para compactarse, lo que podría presentar desafíos en la consistencia y la calidad final del concreto.

En general, la adición de macrofibras sintéticas parece tener un efecto más moderado sobre el asentamiento, mientras que las perlas de poliestireno tienden a reducir el asentamiento debido a la menor densidad de la mezcla. Estos efectos deben ser evaluados en función de la aplicabilidad de la mezcla en el contexto específico del distrito



de San Miguel, donde las condiciones climáticas y de trabajo pueden influir en la manejabilidad del concreto.

b) Respecto al objetivo 2

Asto & Quiroz (2021) observaron que la adición de macrofibras sintéticas mejoró la resistencia compresiva del concreto, alcanzando un incremento del 8% con una dosificación de 9.1 kg/m^3 . Esta mejora se debe a la capacidad de las fibras para distribuir de manera más uniforme las tensiones internas, lo que reduce la propagación de fisuras y mejora la integridad del concreto bajo cargas de compresión. Sin embargo, es importante señalar que la mejora en resistencia compresiva fue más notable en otros tipos de fibra, como las de poliolefina, que en las fibras de polipropileno.

En contraste, el estudio de Enciso (2020) mostró que la incorporación de perlas de poliestireno en el concreto redujo la resistencia compresiva en comparación con el concreto convencional, debido principalmente a la sustitución parcial de los agregados finos por un material ligero. La dosificación óptima de 5% de perlas de poliestireno permitió obtener una resistencia compresiva de 200.92 kg/cm^2 , lo cual es adecuado para aplicaciones de bajo costo, pero inferior al concreto convencional sin aditivos. Este resultado indica que, aunque las perlas de poliestireno proporcionan ventajas en términos de aligeramiento y reducción de peso, su uso tiene un impacto negativo en la capacidad portante del concreto.

La comparación de ambos resultados sugiere que la adición de macrofibras sintéticas puede ser una opción más favorable cuando se busca mantener o incluso mejorar la resistencia compresiva del concreto, mientras que las perlas de poliestireno, aunque útiles para la reducción de peso, tienden a disminuir la resistencia a compresión, lo que podría limitar su uso en aplicaciones estructurales que requieran alta resistencia.



c) Respetto al objetivo 3

El estudio de Asto y Quiroz (2021) mostró una mejora significativa en la resistencia a la flexión, con un incremento del 82% al incorporar macrofibras sintéticas en dosis de 5.4 kg/m³. Este aumento es relevante, ya que las fibras sintéticas actúan como refuerzos que ayudan a distribuir las tensiones de flexión a lo largo de la matriz del concreto, lo que reduce la formación de grietas y mejora la capacidad de la mezcla para resistir deformaciones sin fallar. Este resultado sugiere que las macrofibras sintéticas son una opción efectiva para mejorar la resistencia a la flexión del concreto convencional.

En el caso de Enciso (2020), aunque la incorporación de perlas de poliestireno expandido mejoró el módulo de elasticidad, no se observó un aumento considerable en la resistencia a la flexión. De hecho, el reemplazo de agregados finos por perlas de poliestireno provocó una leve disminución en la resistencia a flexión, lo que sugiere que este aditivo no es tan efectivo en mejorar las propiedades relacionadas con la flexibilidad del concreto, en comparación con las fibras sintéticas.

Por lo tanto, si el objetivo es mejorar la resistencia a la flexión, las macrofibras sintéticas representan una opción más efectiva que las perlas de poliestireno. Sin embargo, las perlas de poliestireno pueden ser útiles en aplicaciones donde el aligeramiento del concreto sea una prioridad y la flexibilidad no sea un factor crítico.



CONCLUSIONES

General, la incorporación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno al concreto convencional afecta de manera significativa tanto sus propiedades frescas como endurecidas. La adición de estos materiales reduce el asentamiento de la mezcla, afectando su fluidez y trabajabilidad. En cuanto a la resistencia a la compresión, las macrofibras sintéticas incrementan la resistencia en un 7.46%, mientras que las perlas de poliestireno presentan una ligera disminución, pero con valores aún aceptables con el 1%. Además, las macrofibras sintéticas mejoran la resistencia a flexión, mientras que las perlas de poliestireno la reducen. En resumen, ambos aditivos modifican las características del concreto, mejorando ciertas propiedades como la resistencia, pero disminuyendo la trabajabilidad de la mezcla.

Primera, se observó que la adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno afecta de manera significativa el asentamiento de la mezcla fresca de concreto convencional. Comparado con el concreto patrón, la incorporación de macrofibras sintéticas redujo el asentamiento de la mezcla, siendo más notoria esta disminución con un 7% de macrofibra. Por otro lado, la adición de perlas de poliestireno también disminuyó el asentamiento, con una mayor reducción al incrementar su proporción al 7%. Esto demuestra que ambas adiciones reducen la fluidez del concreto fresco, impactando su trabajabilidad.

Segunda, la incorporación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno tuvo un impacto significativo en la resistencia a la compresión del concreto. El concreto patrón alcanzó una resistencia de 213.83 kg/cm². En el caso de las mezclas con macrofibras sintéticas, la resistencia máxima se obtuvo con una adición del 7%, alcanzando 229.58 kg/cm², representando un incremento del 7.46% en comparación con el concreto patrón. Las mezclas con perlas de poliestireno, aunque mostraron una disminución en la



resistencia, obtuvieron valores aceptables, con un rango de 208.10 kg/cm² para una adición del 7% y 211.80 kg/cm² para el 3.5%.

Tercera, la incorporación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno tuvo un impacto significativo en la resistencia a flexión del concreto convencional. Las muestras con macrofibras sintéticas mostraron una mejora notable en la resistencia a flexión, alcanzando valores máximos de 37.05 kg/cm² para la mezcla con 7% de macrofibras sintéticas, en comparación con los 31.50 kg/cm² obtenidos en la mezcla de diseño convencional. Por otro lado, las mezclas con perlas de poliestireno mostraron una reducción en la resistencia a flexión, siendo la más baja de 29.38 kg/cm² con 7% de perlas de poliestireno.



RECOMENDACIONES

Primera, se recomienda realizar estudios adicionales que evalúen proporciones intermedias y alternativas en la adición de macrofibras sintéticas (entre 3.5% y 7%) y perlas de poliestireno (por debajo del 1%).

Segunda, se recomienda investigar el comportamiento del concreto cuando se combinan macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en diferentes proporciones, para identificar posibles interacciones.

Tercera, se recomienda investigar el impacto de otros aditivos o materiales complementarios (como nanomateriales, cenizas volantes o fibras naturales) que, en combinación con macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno, puedan mejorar aún más las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Cuarta, se recomienda enfocarse en un análisis económico detallado para evaluar el costo-beneficio de utilizar macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la fabricación de concreto, considerando factores como la disponibilidad local de estos materiales, su impacto en el costo final del concreto, y sus beneficios en términos de rendimiento y durabilidad.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya-Alarcón, S., & Ramírez-Zapata, M. Á. (2019). *Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras*.
- Anchiraico Noreña, D. C., & Gutierrez Aymachoque, D. P. (2022). Perlas de poliestireno expandido para mejorar en las propiedades físico—Mecánicas de concreto liviano. *Repositorio Institucional - URP*.
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/6123>
- Andía Arias, J. (2022). *Ecoaprovechamiento del poliestireno expandido y poliestireno extruido recuperados para la fabricación de concreto en Huancayo* (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=339690>
- Aquise Salas, E. J., & Meneses Ticona, R. M. (2022). Evaluación del concreto en un pavimento rígido con la incorporación de fibra de polipropileno en la ciudad de Puno—2022. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/100781>
- Arce Gonzales, K. E., & Faustino Garcia, C. (2023). Elaboración de concreto ligero con perlas de poliestireno expandido para estructura flotante, Pasco 2023. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3770>
- Arzapalo Gonzales, S. R. (2020). Evaluación de la influencia de las perlas de poliestireno expandido en el concreto 210 kg/cm², Lima—2020. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58027>
- Asto Quispe, J. A., & Quiroz Flores, R. E. (2021). Desempeño de la macrofibra sintética para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. *Repositorio Institucional - URP*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4706>
- Cajavilca Choquemamani, J. L., & Calderon Mamani, R. A. (2022). Influencia de la adición de microsílce en las propiedades físicas y mecánicas para mejorar el concreto,



- Juliaca – Puno. *Repositorio Institucional* - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110802>
- Castillo, C. C. del, Orozco, S. O., & García, M. G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Ccasani Bravo, M. J., & Ferro Moina, Y. I. (2017). Evaluación y análisis de pavimentos en la ciudad de Abancay, para proponer una mejor alternativa estructural en el diseño de pavimentos. *Universidad Tecnológica de los Andes*.
<https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/107>
- CCente, C. J. R., Rosas, C. S. G., Carbajal, L. V. R., Condori, L. J. C., & Flores, L. C. (2023). Adição de macrofibra sintética e microfibra acrílica com aditivo superplastificante ao betão para melhorar as suas propriedades mecânicas. *Brazilian Journal of Development*, 9(8), 24893-24912. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n8-111>
- Chavez Ramos, C. A., & Panta Castro, A. J. (2024). Propuesta de adición de macrofibras de polipropileno para incrementar la resistencia mecánica del concreto reciclado elaborado con reemplazos parciales de agregado grueso reciclado. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/675269>
- Chuquilin Garcia, J. A. (2019). *Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario, resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas, Trujillo 2018*.
- Diaz Chavez, U., & Leon Chavez, J. A. (2024). Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural. *Repositorio Institucional* - USS.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/13391>
- Enciso Carpio, G. R. (2020). Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco, 2020. *Repositorio Institucional* - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66437>



- Erasso Eslava, D. A., Quimbay Castro, C. A., & Méndez Cruz, M. A. (2022). *Uso de poliestireno expandido como agregado al concreto: Revisión literaria*. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/43638>
- Filio Chagua, N. (2024). Fabricación de concreto ligero utilizando corcho endurecido y macrofibra sintética, Pasco 2023. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3920>
- Gonzales Rosas, C. S., & Ramos Ccente, C. J. (2023). Propiedades mecánicas y físicas del concreto adicionando macro fibra sintética y microfibra acrílica con aditivo superplastificante aplicada en vigas. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/130266>
- Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, R., & Arias, J. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis* [Text.Chapter]. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>
- Iglesias, M. E. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Noveduc.
- Irigoin Falcón, K. Y., & Rodríguez Rodríguez, M. Á. (2021). *Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería no estructurales de concreto liviano a base de perlas de poliestireno en la ciudad de Iquitos 2021*. <http://hdl.handle.net/20.500.14503/1659>
- Jamachi Ccaso, Y. J., & Zavala Hualpa, E. L. (2022). Influencia del poliestireno expandido reciclado en la elaboración de unidades de albañilería de concreto liviano para muros portantes Juliaca 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/100784>
- Lopez Heredia, L. A. (2023). Estudio de las propiedades mecánicas del concreto adicionando fibra de polipropileno macro sintética estructural. *Repositorio Institucional - USS*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/12038>
- Martínez Avilés, A. N. (2022). Influencia de perlas de poliestireno expandido en las propiedades del concreto estructural $f'c=250\text{kg/cm}^2$, San Martín de Porres – Lima



2022. *Repositorio Institucional* - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98239>
- Mestanza Espinal, A. D., & Tarrillo Tapia, L. V. (2023). Evaluación de las Propiedades Mecánicas del Concreto con Adición de Fibra de Vidrio y Macrofibra Sintética de Polipropileno. *Repositorio Institucional* - USS.
<http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11087>
- Narro Jimenez, C. E. (2022). Influencia de la macrofibra sintética en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión y flexión de concretos para losas sobre terreno, Trujillo 2022. *Repositorio Institucional* - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/103264>
- Rivera Verastegui, R. A., & Vera Collantes, R. F. (2024). Desarrollo de los concretos estructurales F´C 300 KG/CM2, 350 KG/CM2 Y 420 KG/CM2 con macrofibras sintéticas y cemento por desempeño para la construcción de losa en almacén industrial—Zona Sur de Lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/672149>
- Rodriguez, Y. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik.
- Rojas Lizama, K. L. (2017). *Análisis del desempeño de la macrofibra sintética en la tenacidad del concreto*.
- Rojas Lopez, J. C. (2023). Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto utilizando sacarosa y macrofibra sintética, Pasco 2023. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3980>
- Rojas Rosas, C. J. (2022). Influencia de las perlas de poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto f´c=260 kg/cm2 en la ciudad de Huánuco—2019. *Universidad de Huánuco*.
<https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/123456789/3676>
- Salas, F. (2019). *Análisis del comportamiento a compresión del concreto ligero reemplazando el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido*.
<https://repositorio.uandina.edu.pe/item/267f605b-ac1c-4e8a-8e73-9998f8033ff3>



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la variación de las propiedades de un concreto de diseño convencional con adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el distrito de San Miguel 2024?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Comparar la variación de las propiedades del concreto convencional con aplicación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el distrito de San Miguel.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La variación de las propiedades del concreto convencional con aplicación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el distrito de San Miguel, será positiva.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Macrofibras Sintéticas y Perlas de Poliestireno.</p> <p>Dimensiones: <i>Proporción del material.</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Propiedades del Concreto Convencional.</p> <p>Dimensiones: <i>Asentamiento</i> <i>Resistencia a la compresión</i> <i>Resistencia a flexión.</i></p>	<p>Registro de las proporciones de los materiales.</p> <p>Equipos y ensayos de laboratorio.</p>
<p>Problemas Específicos</p>	<p>Objetivos Específicos</p>	<p>Hipótesis Específicas</p>		
<p>¿Cuál es la influencia de la adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el asentamiento de la mezcla fresca de concreto convencional en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la resistencia a la compresión del concreto convencional en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la resistencia a la flexión del concreto convencional en el distrito de San Miguel?</p>	<p>Determinar la influencia de la adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en el asentamiento de la mezcla fresca de concreto convencional en el distrito de San Miguel.</p> <p>Determinar el efecto de la incorporación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la resistencia a la compresión del concreto convencional el distrito de San Miguel.</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno en la resistencia a la flexión del concreto convencional en el distrito de San Miguel.</p>	<p>La influencia de la adición de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno será positiva ya que mantendrá el asentamiento de la mezcla fresca de concreto convencional en el distrito de San Miguel.</p> <p>El efecto de la incorporación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno será positiva ya que incrementará la resistencia a la compresión del concreto convencional en el distrito de San Miguel.</p> <p>La influencia de la aplicación de macrofibras sintéticas y perlas de poliestireno será positiva ya que mejorará la resistencia a la flexión del concreto convencional en el distrito de San Miguel.</p>		

Anexo 2. Fotografías



Fotografía 1. Humedad del material



Fotografía 2. Análisis de distribución granulométrica



Fotografía 3. Análisis de distribución granulométrica



Fotografía 4. Peso volumétrico suelto y varillado



Fotografía 5. Curado de las briquetas



Fotografía 6. Rotura de briquetas de las briquetas



Fotografía 7. Rotura de briquetas de las vigas



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



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 11 - NOVIEMBRE - 2024

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>470.56</u>
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>490.56</u>
N° 8	42.35	8.47	8.47	91.53	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1324.82</u>
N° 16	59.62	11.92	20.39	79.61	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1630.42</u>
N° 30	88.74	17.75	38.14	61.86	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	131.46	26.29	64.43	35.57	Wc+B =	<u>1815</u> Wc+B-W = <u>185</u>
N° 100	106.42	21.28	85.72	14.28	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{490.56}{1630.42 - 470.56} = \underline{2.66} \text{ gr/cm}^3$
N° 200	62.78	12.56	98.27	1.73	ABSORCIÓN	
FONDO	8.63	1.73	100.00	0.00	B =	<u>490.56</u> B-A = <u>20.00</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{20.00 \times 100}{470.56} = \underline{4.25} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MÓDULO DE FINEZA			2.17			

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>778.46</u>
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>799.98</u>
1"	20.52	0.41	0.41	99.59	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1324.62</u>
3/4"	257.36	7.35	7.76	92.24	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1773.21</u>
1/2"	845.62	24.16	31.92	68.08	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	1004.65	28.70	60.63	39.37	Wc+B =	<u>2125</u> Wc+B-W = <u>351</u>
1/4"	762.34	21.78	82.41	17.59	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{799.98}{1773.21 - 778.46} = \underline{2.28} \text{ gr/cm}^3$
N° 4	609.51	17.41	78.04	21.96	ABSORCIÓN	
FONDO	0.00	0.00	78.04	21.96	B =	<u>799.98</u> B-A = <u>21.52</u>
SUMA	3500.00	70.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{21.52 \times 100}{778.46} = \underline{2.76} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

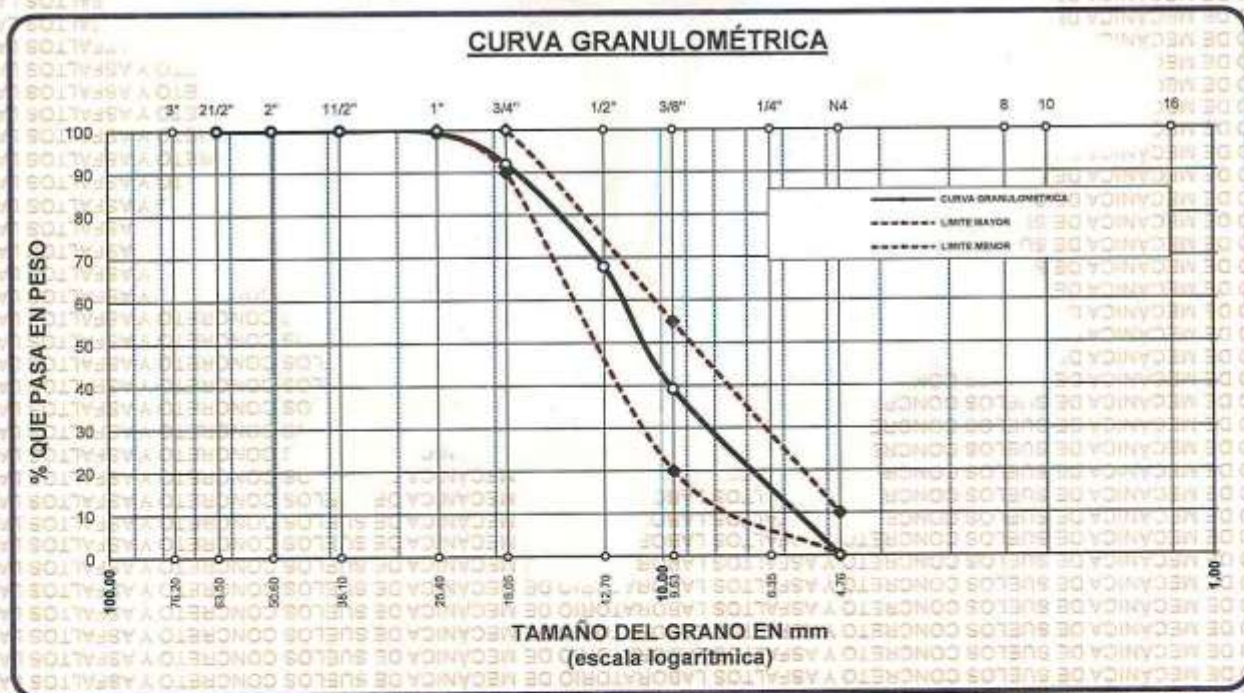
SOLICITANTE : BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

CANTERA : CANTERA UNÓCOLLA

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

FECHA : 11 - NOVIEMBRE - 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200		0.00	0.00	100.00	100 %	Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4"
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	20.52	0.59	0.59	99.41	90 - 100 %	OBSERVACIONES:
3/4"	19.050	257.36	7.35	7.94	92.06		
1/2"	12.700	845.62	24.16	32.10	67.90	20 - 55 %	
3/8"	9.525	1004.65	28.70	60.80	39.20		
1/4"	6.350	762.34	21.78	82.59	17.41	0 - 10 %	
N#4	4.760	609.51	17.41	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

LABORATORIO M.S.C.A JEFATURA

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM-D-2216 MTC E108-2000

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PÉRLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 11 - NOVIEMBRE - 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	379.65
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	368.85
PESO DEL TARRO (gr.)	39.14
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	340.51
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	329.71
PESO DEL AGUA (gr.)	10.80
% HUMEDAD	3.28

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	589.56
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	572.63
PESO DEL TARRO (gr.)	40.12
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	549.44
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	532.51
PESO DEL AGUA (gr.)	16.93
% HUMEDAD	3.18

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Dr. *Arnaldo Yana Torres*
CIP. 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 11 - NOVIEMBRE - 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5943 gr	5943 gr	5943 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2089 cm ³	2089 cm ³	2089 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9286.00 gr	9297.00 gr	9289.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3343.00 gr	3354.00 gr	3346.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.601 gr/cm ³	1.606 gr/cm ³	1.602 gr/cm ³
PROMEDIO		1.603 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5943 gr	5943 gr	5943 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2089 cm ³	2089 cm ³	2089 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9649.00 gr	9666.00 gr	9660.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3706.00 gr	3723.00 gr	3717.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.774 gr/cm ³	1.783 gr/cm ³	1.780 gr/cm ³
PROMEDIO		1.779 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 JULIACA



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



PESOS UNITARIOS

NTP-400.017 - ASTM C-29-AASHTO T-19

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 11 - NOVIEMBRE - 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	7962 gr	7962 gr	7962 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3075 cm ³	3075 cm ³	3075 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12636.00 gr	12637.00 gr	12626.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4674.00 gr	4675.00 gr	4664.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.520 gr/cm ³	1.520 gr/cm ³	1.517 gr/cm ³
PROMEDIO		1.519 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	7962 gr	7962 gr	7962 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3075 cm ³	3075 cm ³	3075 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12908.00 gr	12902.00 gr	12909.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4946.00 gr	4940.00 gr	4947.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.609 gr/cm ³	1.607 gr/cm ³	1.609 gr/cm ³
PROMEDIO		1.608 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

D^a Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 11 - NOVIEMBRE - 2024

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

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

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		2.66
P.e SSS	2.28	
P.e Bulk		1779
P.U. Varillado	1608	1603
P.U. Suelto	1519	1603
% de Absorción	2.76	4.25
% de Humedad Natural	3.18	3.28
Módulo de Fineza	-	2.17

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal $3/4"$ (19.05mm)
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m^3
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0%
- Como se prevé que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces la relación agualcemento (a/c) será de: 0.56
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de: $(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 366 \text{ Kg/m}^3$
- De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.17 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1608 Kg/m^3 y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de $3/4"$ (19.05mm) se recomienda el uso de 0.683 m^3 de agregado grueso por m^3 de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de: $(0.683) * (1608) = 1098 \text{ Kg/m}^3$

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 OFICINA DE INVESTIGACIÓN
 LABORATORIO M.B.C.A.
 JEFEATURA

[Firma]



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

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= \left(\frac{205}{1000} \right) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= \left(\frac{366}{3.04 \cdot 1000} \right) = 0.121 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= \left(\frac{1098}{2.28 \cdot 1000} \right) = 0.482 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= \left(\frac{2.0}{100} \right) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.828 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.828) = 0.172 \text{ m}^3$$

$$(0.172) \cdot (2.66) \cdot 1000 = 457 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\text{Agregado grueso húmedo } (1098) \cdot (1.031793) = 1133 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (457) \cdot (1.0328) = 472 \text{ Kg.}$$

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

$$205 - 1098 \cdot \left(\frac{3.18 - 2.78}{100} \right) - 457 \cdot \left(\frac{3.28 - 4.25}{100} \right) = 205$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	205	0.56
Agreg. Grueso	1098	3.00	1133	3.10
Agreg. Fino	457	1.25	472	1.29
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	54.75 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	131.56 Kg.
Agua efectiva	:	23.79 Kg.

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo	1.2 p ³ de Arena
1.21 p ³ de Arena		3.1 p ³ de Piedra Chancada
3.06 p ³ de Piedra Chancada		24 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

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

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

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO



Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo		
- 1.21 p ³ de Arena	1.2 p ³ de Arena		
- 3.06 p ³ de Piedra Chancada	3.1 p ³ de Piedra Chancada		
- 24 Lt de Agua	24 Lt de Agua		

RECOMENDACIONES

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

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

OBSERVACIONES:

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


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024
SOLICITANTE: BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 11 - DICIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-01	26832	15.01	176.95	151.64	210	11/11/2024	19/11/2024	7	72.21	
2	MST-02	26808	14.98	176.24	152.11	210	11/11/2024	19/11/2024	7	72.43	
3	MST-03	26869	15.01	176.95	151.65	210	11/11/2024	19/11/2024	7	72.31	
4	MST-04	26832	14.98	176.24	152.24	210	11/11/2024	19/11/2024	7	72.50	
5	MST-05	26816	15.01	176.95	151.55	210	11/11/2024	19/11/2024	7	72.16	
Promedio De Esf. Rotura					151.88						72.32

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-06	32425	14.99	176.46	183.73	210	11/11/2024	26/11/2024	14	87.49	
2	MST-07	32431	15.00	176.71	183.52	210	11/11/2024	26/11/2024	14	87.39	
3	MST-08	32316	14.99	176.48	183.12	210	11/11/2024	26/11/2024	14	87.20	
4	MST-09	32420	14.98	176.24	183.95	210	11/11/2024	26/11/2024	14	87.60	
5	MST-10	32409	15.00	176.71	183.40	210	11/11/2024	26/11/2024	14	87.33	
Promedio De Esf. Rotura					183.54						87.40

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-11	37829	15.01	176.95	213.76	210	11/11/2024	10/12/2024	28	101.80	
2	MST-12	37816	15.01	176.95	213.71	210	11/11/2024	10/12/2024	28	101.77	
3	MST-13	37632	15.01	176.95	213.60	210	11/11/2024	10/12/2024	28	101.81	
4	MST-14	37709	14.98	176.24	213.86	210	11/11/2024	10/12/2024	28	101.89	
5	MST-15	37701	14.98	176.24	213.91	210	11/11/2024	10/12/2024	28	101.86	
Promedio De Esf. Rotura					213.83						101.83

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



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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024.

SOLICITANTE: BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 11 - DICIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 1% DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	28095	15.01	176.95	158.77	210	11/11/2024	19/11/2024	7	75.61
2	MST-02	28122	15.01	176.95	158.93	210	11/11/2024	19/11/2024	7	75.68
3	MST-03	28116	14.98	176.24	159.53	210	11/11/2024	19/11/2024	7	75.97
4	MST-04	28008	14.98	176.24	158.92	210	11/11/2024	19/11/2024	7	75.67
5	MST-05	28121	15.01	176.95	158.92	210	11/11/2024	19/11/2024	7	75.68
Promedio De Esf. Rotura					159.01					75.72

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	33725	15.01	176.95	190.59	210	11/11/2024	26/11/2024	14	90.76
2	MST-07	33748	15.01	176.95	190.72	210	11/11/2024	26/11/2024	14	90.82
3	MST-08	33739	15.01	176.95	190.67	210	11/11/2024	26/11/2024	14	90.80
4	MST-09	33749	15.01	176.95	190.73	210	11/11/2024	26/11/2024	14	90.82
5	MST-10	33750	15.01	176.95	190.73	210	11/11/2024	26/11/2024	14	90.82
Promedio De Esf. Rotura					190.69					90.80

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	38851	15.01	176.95	219.56	210	11/11/2024	10/12/2024	28	104.55
2	MST-12	38780	14.98	176.24	219.92	210	11/11/2024	10/12/2024	28	104.73
3	MST-13	38832	15.01	176.95	219.45	210	11/11/2024	10/12/2024	28	104.50
4	MST-14	38856	15.01	176.95	219.59	210	11/11/2024	10/12/2024	28	104.57
5	MST-15	38822	15.01	176.95	219.40	210	11/11/2024	10/12/2024	28	104.47
Promedio De Esf. Rotura					219.58					104.56

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



INGENIERO NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



UNIVERSIDAD ANCAH NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024.

SOLICITANTE: BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

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

FECHA: 11 - DICIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 3.5% DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	29289	15.01	176.95	165.52	210	11/11/2024	19/11/2024	7	78.82
2	MST-02	29276	15.01	176.95	165.46	210	11/11/2024	19/11/2024	7	78.79
3	MST-03	29202	14.98	176.24	165.89	210	11/11/2024	19/11/2024	7	78.90
4	MST-04	29236	14.98	176.24	165.88	210	11/11/2024	19/11/2024	7	78.99
5	MST-05	29212	15.01	176.95	165.09	210	11/11/2024	19/11/2024	7	78.61
Promedio De Esf. Rotura					165.53					78.82

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	34593	15.01	176.95	195.50	210	11/11/2024	26/11/2024	14	93.09
2	MST-07	34576	15.01	176.95	195.41	210	11/11/2024	26/11/2024	14	93.05
3	MST-08	34635	15.01	176.95	195.73	210	11/11/2024	26/11/2024	14	93.21
4	MST-09	34588	15.01	176.95	195.46	210	11/11/2024	26/11/2024	14	93.07
5	MST-10	34640	15.01	176.95	195.76	210	11/11/2024	26/11/2024	14	93.22
Promedio De Esf. Rotura					195.57					93.13

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	39889	15.01	176.95	225.43	210	11/11/2024	10/12/2024	28	107.35
2	MST-12	39892	14.98	176.24	226.35	210	11/11/2024	10/12/2024	28	107.78
3	MST-13	39899	15.01	176.95	225.48	210	11/11/2024	10/12/2024	28	107.37
4	MST-14	39885	15.01	176.95	225.40	210	11/11/2024	10/12/2024	28	107.33
5	MST-15	39885	15.01	176.95	225.40	210	11/11/2024	10/12/2024	28	107.33
Promedio De Esf. Rotura					225.61					107.43

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



UNIVERSIDAD ANCAH NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP / CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103267



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE: BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 11 - DICIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 7% DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	29932	15.01	176.95	169.15	210	11/11/2024	19/11/2024	7	80.55
2	MST-02	29956	15.01	176.95	169.29	210	11/11/2024	19/11/2024	7	80.61
3	MST-03	29943	14.98	176.24	169.90	210	11/11/2024	19/11/2024	7	80.90
4	MST-04	29949	14.98	176.24	169.93	210	11/11/2024	19/11/2024	7	80.92
5	MST-05	29965	15.01	176.95	169.34	210	11/11/2024	19/11/2024	7	80.64
Promedio De Esf. Rotura					169.52					80.72

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	35300	15.01	176.95	199.49	210	11/11/2024	26/11/2024	14	95.00
2	MST-07	35308	15.01	176.95	199.54	210	11/11/2024	26/11/2024	14	95.02
3	MST-08	35306	15.01	176.95	199.53	210	11/11/2024	26/11/2024	14	95.01
4	MST-09	35356	15.01	176.95	199.81	210	11/11/2024	26/11/2024	14	95.15
5	MST-10	35323	15.01	176.95	199.62	210	11/11/2024	26/11/2024	14	95.08
Promedio De Esf. Rotura					199.50					95.05

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	40823	15.01	176.95	229.57	210	11/11/2024	10/12/2024	28	109.32
2	MST-12	40500	14.98	176.24	229.80	210	11/11/2024	10/12/2024	28	109.43
3	MST-13	40616	15.01	176.95	229.53	210	11/11/2024	10/12/2024	28	109.30
4	MST-14	40612	15.01	176.95	229.51	210	11/11/2024	10/12/2024	28	109.29
5	MST-15	40605	15.01	176.95	229.47	210	11/11/2024	10/12/2024	28	109.27
Promedio De Esf. Rotura					229.58					109.32

OBSERVACIONES:

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS UANCV-JULIACA



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024.

SOLICITANTE : BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 11 - DICIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 1% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	27659	15.01	176.95	156.31	210	11/11/2024	19/11/2024	7	74.43
2	MST-02	27648	15.01	176.95	156.25	210	11/11/2024	19/11/2024	7	74.40
3	MST-03	27653	15.01	176.95	156.28	210	11/11/2024	19/11/2024	7	74.42
4	MST-04	27639	15.01	176.95	156.20	210	11/11/2024	19/11/2024	7	74.38
5	MST-05	27640	15.01	176.95	156.20	210	11/11/2024	19/11/2024	7	74.38
Promedio De Esf. Rotura					156.25					74.40

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	33550	15.01	176.95	189.60	210	11/11/2024	26/11/2024	14	90.29
2	MST-07	33563	15.01	176.95	189.67	210	11/11/2024	26/11/2024	14	90.32
3	MST-08	33563	15.01	176.95	189.67	210	11/11/2024	26/11/2024	14	90.32
4	MST-09	33476	14.98	176.24	189.94	210	11/11/2024	26/11/2024	14	90.45
5	MST-10	33582	15.01	176.95	189.78	210	11/11/2024	26/11/2024	14	90.37
Promedio De Esf. Rotura					189.74					90.35

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	38898	15.01	176.95	218.69	210	11/11/2024	10/12/2024	28	104.14
2	MST-12	38689	15.01	176.95	218.64	210	11/11/2024	10/12/2024	28	104.12
3	MST-13	38695	15.01	176.95	218.68	210	11/11/2024	10/12/2024	28	104.13
4	MST-14	38570	14.98	176.24	218.84	210	11/11/2024	10/12/2024	28	104.21
5	MST-15	38696	15.01	176.95	218.68	210	11/11/2024	10/12/2024	28	104.13
Promedio De Esf. Rotura					218.71					104.15

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


 LABORATORIO M.E.C.A. JEFATURA
 UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CERVENES VELAZQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024.

SOLICITANTE: BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

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

FECHA: 11 - DICIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 3.5 % DE PERLAS DE POLIESTIRENO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-01	27013	15.01	176.95	152.66	210	11/11/2024	19/11/2024	7	72.69	
2	MST-02	27009	15.01	176.95	152.64	210	11/11/2024	19/11/2024	7	72.68	
3	MST-03	27011	15.01	176.95	152.65	210	11/11/2024	19/11/2024	7	72.69	
4	MST-04	27021	15.01	176.95	152.70	210	11/11/2024	19/11/2024	7	72.72	
5	MST-05	27016	15.01	176.95	152.68	210	11/11/2024	19/11/2024	7	72.70	
Promedio De Esf. Rotura					152.66						72.70

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-06	32312	14.96	176.24	183.34	210	11/11/2024	26/11/2024	14	87.30	
2	MST-07	32421	15.01	176.95	183.22	210	11/11/2024	26/11/2024	14	87.25	
3	MST-08	32310	14.96	176.24	183.33	210	11/11/2024	26/11/2024	14	87.30	
4	MST-09	32309	14.96	176.24	183.32	210	11/11/2024	26/11/2024	14	87.30	
5	MST-10	32310	14.96	176.24	183.33	210	11/11/2024	26/11/2024	14	87.30	
Promedio De Esf. Rotura					183.31						87.29

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-11	37454	15.01	176.95	211.66	210	11/11/2024	10/12/2024	28	100.79	
2	MST-12	37484	15.01	176.95	211.83	210	11/11/2024	10/12/2024	28	100.87	
3	MST-13	37472	15.01	176.95	211.77	210	11/11/2024	10/12/2024	28	100.84	
4	MST-14	37363	14.96	176.24	212.00	210	11/11/2024	10/12/2024	28	100.95	
5	MST-15	37473	15.01	176.95	211.76	210	11/11/2024	10/12/2024	28	100.84	
Promedio De Esf. Rotura					211.80						100.86

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

UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CERVENES VELAZQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JULIACA

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024
SOLICITANTE: BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 11 - DICIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 7% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	26254	15.01	176.95	148.37	210	11/11/2024	19/11/2024	7	70.65
2	MST-02	26246	15.01	176.95	148.32	210	11/11/2024	19/11/2024	7	70.63
3	MST-03	26242	15.01	176.95	148.30	210	11/11/2024	19/11/2024	7	70.62
4	MST-04	26249	15.01	176.95	148.34	210	11/11/2024	19/11/2024	7	70.64
5	MST-05	26263	15.01	176.95	148.42	210	11/11/2024	19/11/2024	7	70.68
Promedio De Esf. Rotura					148.35					70.64

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	31865	14.98	176.24	180.80	210	11/11/2024	26/11/2024	14	86.10
2	MST-07	31952	15.01	176.95	180.57	210	11/11/2024	26/11/2024	14	85.99
3	MST-08	31849	14.98	176.24	180.71	210	11/11/2024	26/11/2024	14	86.05
4	MST-09	31853	14.98	176.24	180.73	210	11/11/2024	26/11/2024	14	86.06
5	MST-10	31896	14.98	176.24	180.98	210	11/11/2024	26/11/2024	14	86.18
Promedio De Esf. Rotura					180.76					86.06

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	36798	15.01	176.95	207.96	210	11/11/2024	10/12/2024	28	99.03
2	MST-12	36821	15.01	176.95	208.09	210	11/11/2024	10/12/2024	28	99.05
3	MST-13	36840	15.01	176.95	208.19	210	11/11/2024	10/12/2024	28	99.14
4	MST-14	36709	14.98	176.24	208.29	210	11/11/2024	10/12/2024	28	99.16
5	MST-15	36800	15.01	176.95	207.97	210	11/11/2024	10/12/2024	28	99.03
Promedio De Esf. Rotura					208.10					99.09

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

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

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
JULIACA

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE: BACHILLER: DARIO TAPIA CABALLERO

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

FECHA: 11- DICIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA PATRON

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1158.87	17.23	17.14	11/11/2024	19/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1150.63	17.05		11/11/2024	19/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1153.71	17.21		11/11/2024	19/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1149.67	17.03		11/11/2024	19/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1155.59	17.18		11/11/2024	19/11/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1687.54	25.08	25.07	11/11/2024	26/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1682.50	25.09		11/11/2024	26/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1680.63	24.98		11/11/2024	26/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1690.49	25.04		11/11/2024	26/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1685.54	25.14		11/11/2024	26/11/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2123.42	31.56	31.50	11/11/2024	10/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2118.60	31.39		11/11/2024	10/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	2120.31	31.62		11/11/2024	10/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2113.25	31.31		11/11/2024	10/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2128.50	31.64		11/11/2024	10/12/2024	28

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELÁSQUEZ"
FAC. CAP INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Iano Torres
SIF 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

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

FECHA 11- DICIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 1% DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1361.20	20.23	20.21	11/11/2024	19/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1364.15	20.21		11/11/2024	19/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1363.04	20.19		11/11/2024	19/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1365.11	20.22		11/11/2024	19/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1357.13	20.17		11/11/2024	19/11/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1884.16	28.01	28.06	11/11/2024	26/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1891.51	28.02		11/11/2024	26/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1895.60	28.08		11/11/2024	26/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1898.53	28.10		11/11/2024	26/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1897.68	28.11		11/11/2024	26/11/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2354.16	34.99	34.93	11/11/2024	10/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2350.20	34.82		11/11/2024	10/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2360.27	34.97		11/11/2024	10/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2361.20	34.98		11/11/2024	10/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2355.15	34.89		11/11/2024	10/12/2024	28

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"
FICP / CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
C.I.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE

BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

LUGAR

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

11- DICIEMBRE- 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 3.5% DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1488.66	22.13	22.14	11/11/2024	19/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1482.84	22.12		11/11/2024	19/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1496.29	22.17		11/11/2024	19/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1488.47	22.05		11/11/2024	19/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1494.62	22.22		11/11/2024	19/11/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2056.95	30.58	30.32	11/11/2024	26/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2047.76	30.34		11/11/2024	26/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2039.82	30.22		11/11/2024	26/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2037.90	30.19		11/11/2024	26/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2042.85	30.26		11/11/2024	26/11/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2428.32	36.10	36.09	11/11/2024	10/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2434.40	36.07		11/11/2024	10/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2436.28	36.09		11/11/2024	10/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2434.18	36.06		11/11/2024	10/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2436.19	36.12		11/11/2024	10/12/2024	28

OBSERVACIONES:

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Amalio Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CACERES VELAZQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE: BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

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

FECHA: 11 DICIEMBRE 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION-VIGA CON 7% DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1589.60	23.63	23.55	11/11/2024	19/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1590.38	23.56		11/11/2024	19/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1591.48	23.58		11/11/2024	19/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1582.56	23.45		11/11/2024	19/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1593.38	23.54		11/11/2024	19/11/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2135.90	31.75	31.78	11/11/2024	28/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2149.85	31.85		11/11/2024	26/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2138.80	31.69		11/11/2024	26/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2146.73	31.80		11/11/2024	28/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2145.96	31.79		11/11/2024	26/11/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2489.52	37.01	37.05	11/11/2024	10/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2501.41	37.08		11/11/2024	10/12/2024	26
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2497.39	37.00		11/11/2024	10/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2499.64	37.03		11/11/2024	10/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2507.61	37.15		11/11/2024	10/12/2024	28

OBSERVACIONES:

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CACERES VELAZQUEZ
FICP - CIP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257

LABORATORIO M.S.C.A. INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE: BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

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

FECHA: 11 DE DICIEMBRE DE 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 1% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1334.52	19.84	19.72	11/11/2024	19/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1325.62	19.64		11/11/2024	19/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1328.70	19.68		11/11/2024	19/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1331.49	19.73		11/11/2024	19/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1326.53	19.72		11/11/2024	19/11/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1829.90	27.20	27.15	11/11/2024	26/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1830.84	27.12		11/11/2024	26/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1829.80	27.11		11/11/2024	26/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1832.66	27.15		11/11/2024	28/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1834.77	27.18		11/11/2024	26/11/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2290.50	34.05	33.82	11/11/2024	10/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2287.82	33.89		11/11/2024	10/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2285.51	33.86		11/11/2024	10/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2270.49	33.64		11/11/2024	10/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2272.50	33.67		11/11/2024	10/12/2024	28

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁZQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO

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

FECHA : 11-DICIEMBRE-2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 3.5% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1135.60	16.88	16.91	11/11/2024	19/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1138.92	16.87		11/11/2024	19/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1146.79	16.99		11/11/2024	19/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1135.60	16.82		11/11/2024	19/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1142.87	16.99		11/11/2024	19/11/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1663.73	24.73	24.74	11/11/2024	26/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1674.80	24.81		11/11/2024	26/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1668.71	24.69		11/11/2024	26/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1668.80	24.72		11/11/2024	26/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1669.69	24.74		11/11/2024	26/11/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2018.87	30.01	30.07	11/11/2024	10/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2036.62	30.17		11/11/2024	10/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2027.49	30.04		11/11/2024	10/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2030.63	30.08		11/11/2024	10/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2028.57	30.05		11/11/2024	10/12/2024	28

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024
SOLICITANTE : BACHILLER DARIO TAPIA CABALLERO
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 11 - DICIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 7% DE PERLAS DE POLIESTIRENO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1032.90	15.35	15.42	11/11/2024	19/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1049.92	15.55		11/11/2024	19/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1030.81	15.27		11/11/2024	19/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1047.79	15.52		11/11/2024	19/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1037.58	15.42		11/11/2024	19/11/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1601.34	23.80	23.91	11/11/2024	26/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1613.52	23.90		11/11/2024	26/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1615.46	23.93		11/11/2024	26/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1614.66	23.92		11/11/2024	26/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1618.12	23.97		11/11/2024	26/11/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1957.96	29.10	29.38	11/11/2024	10/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1981.79	29.36		11/11/2024	10/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1969.88	29.48		11/11/2024	10/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1996.56	29.59		11/11/2024	10/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1982.77	29.37		11/11/2024	10/12/2024	28

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
JULIACA

Dr. Arnaldo Yana Torres
C.I.F. 103257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 25-09-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: DARIO TAPIA CABALLERO

Dirección: Jr. TIAHUANACO RES. COLLASUYO MZ. CLT. 11

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72558344

Teléfono: 990 912 160 email: dariustaca@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE DISEÑO

CONVENCIONAL CON ADICIÓN DE MACROFIBRAS SINTÉTICAS Y PERLAS

DE POLIESTIRENO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO CONVENCIONAL, MACROFIBRAS SINTÉTICAS, PERLAS DE POLIESTIRENO.

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

25-09-2025

Fecha