



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



**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN
CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL
RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MELVIN WILLIAN PELINCO YANA

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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL
RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. MELVIN WILLIAN PELINCO YANA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO


PRIMER MIEMBRO

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

:


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 139-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 25 de marzo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- 002729 presentado por el (la) Bachiller: MELVIN WILLIAN PELINCO YANA 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. MELVIN WILLIAN PELINCO YANA, 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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 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. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr. MILTHON QUISPE HUANCA.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: MELVIN WILLIAN PELINCO YANA; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 03 de abril del 2025
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 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

Mg. WALTER J. LIZARRAGA ARMAZA
DECANO (e)
CIP. 70803



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo
interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1723-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 17337 por el señor (a): MELVIN WILLIAN PELINCO YANA quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1470 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 323- 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): MELVIN WILLIAN PELINCO YANA, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 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° 323- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 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 merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): MELVIN WILLIAN PELINCO YANA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 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. MILTHON QUISPE HUANCA.

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. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1337-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 012429, presentado el señor (a) MELVIN WILLIAN PELINCO YANA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 1193 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 344-2024 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): MELVIN WILLIAN PELINCO YANA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 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° 344-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 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): MELVIN WILLIAN PELINCO YANA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 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. MILTHON QUISPE HUANCA.

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.



MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



Dr. Efraín Riquelme Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	link.springer.com Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MELVIN WILLIAN PELINCO YANA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	76967693
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-7854-1440
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02306659
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: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1R19F0osmRfSdd-TVUjlo1_oVfGJpRQ&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2024 - Marzo 2025
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</p> <p>Ingeniería de Materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00</p>
- Librería	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUNO
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MELVIN WILLIAN PELINCO YANA, identificado con DNI
Nro. 76967693, 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 HIDRÁULICO

CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS

TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

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 15 de abril del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Este presente proyecto de investigación dedico con todo mi cariño y gratitud a mis padres, Gerardo y Felipa, quienes con su amor, apoyo y confianza, han sido mi fuente de inspiración a lo largo de este camino por inculcarme valores, enseñarme a ser perseverante y creer en mis sueños.

A mí pareja y madre de mis hijos Yovana, por la comprensión y apoyo incondicional en los momentos más desafiantes de esta etapa.

A mis hijos Liam Ferdinand y Yosselin Bianca, que son mi mayor inspiración y la fortaleza para seguir adelante.

A mis hermanos Jerónimo y Mirian, que siempre han estado junto a mí y brindándome su apoyo.

A mis amigos, que con sus palabras de aliento y compañía hicieron más llevadera esta experiencia.

Y, finalmente, a Dios, por qué me acompañó y guió a lo largo de mi carrera, para alcanzar esta meta.



AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por guiar mi camino y darme fuerzas para superar las adversidades y permitirme llegar donde estoy ahora.

A la universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez y en especial a la escuela profesional de Ingeniería Civil, por brindar la oportunidad de formarme en sus aulas y adquirir valiosos conocimientos.

Agradecer a mis docentes, quienes con dedicación, paciencia y compromiso han compartido sus conocimientos y experiencias, ayudándome a crecer académica y personalmente. Sus enseñanzas han sido fundamentales para la culminación de este trabajo y para mi desarrollo como profesional.

Finalmente, agradezco a mis padres, y a mí familia, quienes contribuyeron con su apoyo, consejos y motivación en este proceso. Cada gesto de ayuda y cada palabra de aliento han sido esenciales para alcanzar esta meta.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática	17
1.2	Planteamiento del problema	18
1.2.1	Problema general	18
1.2.2	Problemas específicos	19
1.3	Objetivos de la investigación	19
1.3.1	Objetivo general.....	19
1.3.2	Objetivos específicos.....	19
1.4	Justificación de la investigación	20
1.4.1	Justificación técnica.....	20
1.4.2	Justificación económica.....	20
1.4.3	Justificación social	21
1.4.4	Justificación ambiental	21
1.5	Hipótesis de la investigación	22
1.5.1	Hipótesis general	22
1.5.2	Hipótesis específicas.....	22
1.6	Variables	22
1.6.1	Variable independiente	22
1.6.2	Variable dependiente.....	22
1.7	Operacionalización de variables.....	23



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	24
2.1.1	Antecedentes internacionales	24
2.1.2	Antecedentes nacionales	26
2.1.3	Antecedentes regionales	28
2.2	Marco teórico	29
2.2.1	Papel reciclado	29
2.2.2	Material de llanta usada	31
2.2.3	Concreto hidráulico.....	34
2.2.4	Concreto	35
2.3	Marco conceptual.....	53

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la investigación	55
3.2	Métodos de la investigación	56
3.3	Nivel y tipo de investigación	57
3.3.1	Tipo de la investigación	57
3.3.2	Nivel de la investigación	57
3.4	Población y muestra de la investigación	58
3.4.1	Población	58
3.4.2	Muestra	58
3.5	Técnicas e instrumentos	59
3.5.1	Técnicas.....	59
3.5.2	Instrumentos	60
3.6	Validación y confiabilidad del instrumento	60
3.6.1	Validación de los instrumentos.....	60
3.6.2	Confiabilidad de instrumentos	61
3.7	Procedimiento de recolección de datos	61
3.7.1	Ensayos	62
3.8	Procesamiento y análisis de datos	68



CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados 69

4.1.1 Efecto de la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en el asentamiento 76

4.1.2 Efecto de la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la resistencia a compresión..... 78

4.1.3 Efecto de la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la resistencia a flexión 104

4.2 Discusión de resultados..... 129

CONCLUSIONES..... 132

RECOMENDACIONES 134

BIBLIOGRAFÍA..... 135

ANEXO 139



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables.....	23
Tabla 2	Composición de llantas.....	32
Tabla 3	Muestras.....	59
Tabla 4	Humedad.....	69
Tabla 5	Peso específico y absorción.....	70
Tabla 6	Pesos unitarios.....	70
Tabla 7	Caracterización granulométrica del agregado grueso.....	71
Tabla 8	Caracterización granulométrica del agregado fino.....	72
Tabla 9	Dosificación de materiales para concreto.....	75
Tabla 10	Dosificación con papel reciclado.....	75
Tabla 11	Dosificación con caucho de llantas trituradas.....	75
Tabla 12	Asentamiento de las muestras.....	76
Tabla 13	Rotura compresiva de la muestra control.....	78
Tabla 14	Rotura compresiva - muestra + 1.5% PREC.....	79
Tabla 15	Rotura compresiva - muestra + 3% PREC.....	80
Tabla 16	Rotura compresiva - muestra + 7% PREC.....	81
Tabla 17	Rotura compresiva - muestra + 5% CATR.....	82
Tabla 18	Rotura compresiva - muestra + 12% CATR.....	83
Tabla 19	Rotura compresiva - muestra + 20% CATR.....	84
Tabla 20	Rotura compresiva – comparativa 7 días.....	85
Tabla 21	Rotura compresiva de la muestra control.....	86
Tabla 22	Rotura compresiva - muestra + 1.5% PREC.....	87
Tabla 23	Rotura compresiva - muestra + 3% PREC.....	88
Tabla 24	Rotura compresiva - muestra + 7% PREC.....	89
Tabla 25	Rotura compresiva - muestra + 5% CATR.....	90
Tabla 26	Rotura compresiva - muestra + 12% CATR.....	91



Tabla 27	Rotura compresiva - muestra + 20% CATR.....	92
Tabla 28	Rotura compresiva – comparativa 14 días.....	93
Tabla 29	Rotura compresiva de la muestra control.....	94
Tabla 30	Rotura compresiva - muestra + 1.5% PREC.....	95
Tabla 31	Rotura compresiva - muestra + 3% PREC.....	96
Tabla 32	Rotura compresiva - muestra + 7% PREC.....	97
Tabla 33	Rotura compresiva - muestra + 5% CATR.....	98
Tabla 34	Rotura compresiva - muestra + 12% CATR.....	99
Tabla 35	Rotura compresiva - muestra + 20% CATR.....	100
Tabla 36	Rotura compresiva – comparativa 28 días.....	101
Tabla 37	Rotura compresiva – comparativa final.....	102
Tabla 38	Rotura compresiva porcentual – comparativa final.....	103
Tabla 39	Fractura a flexión de la muestra control.....	104
Tabla 40	Fractura a flexión - muestra + 1.5% PREC.....	105
Tabla 41	Fractura a flexión - muestra + 3% PREC.....	106
Tabla 42	Fractura a flexión - muestra + 7% PREC.....	107
Tabla 43	Fractura a flexión - muestra + 5% CATR.....	108
Tabla 44	Fractura a flexión - muestra + 12% CATR.....	109
Tabla 45	Fractura a flexión - muestra + 20% CATR.....	110
Tabla 46	Fractura a flexión – comparativa 7 días.....	111
Tabla 47	Fractura a flexión de la muestra control.....	112
Tabla 48	Fractura a flexión - muestra + 1.5% PREC.....	113
Tabla 49	Fractura a flexión - muestra + 3% PREC.....	114
Tabla 50	Fractura a flexión - muestra + 7% PREC.....	115
Tabla 51	Fractura a flexión - muestra + 5% CATR.....	116
Tabla 52	Fractura a flexión - muestra + 12% CATR.....	117
Tabla 53	Fractura a flexión - muestra + 20% CATR.....	118
Tabla 54	Fractura a flexión – comparativa 14 días.....	119



Tabla 55	Fractura a flexión de la muestra control	120
Tabla 56	Fractura a flexión - muestra + 1.5% PREC	121
Tabla 57	Fractura a flexión - muestra + 3% PREC	122
Tabla 58	Fractura a flexión - muestra + 7% PREC	123
Tabla 59	Fractura a flexión - muestra + 5% CATR	124
Tabla 60	Fractura a flexión - muestra + 12% CATR	125
Tabla 61	Fractura a flexión - muestra + 20% CATR	126
Tabla 62	Fractura a flexión – comparativa 28 días	127
Tabla 63	Fractura a flexión – comparativa final.....	128



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Papel reciclado	30
Figura 2	Granos de Caucho	33
Figura 3	Fallas de roturas compresivas	50
Figura 4	Flexión	53
Figura 3	Caracterización granulométrica del agregado grueso	71
Figura 4	Caracterización granulométrica del agregado fino	72
Figura 5	Asentamiento de las muestras	77
Figura 6	Rotura compresiva de la muestra control	78
Figura 7	Rotura compresiva - muestra + 1.5% PREC	79
Figura 8	Rotura compresiva - muestra + 3% PREC	80
Figura 9	Rotura compresiva - muestra + 7% PREC	81
Figura 10	Rotura compresiva - muestra + 5% CATR	82
Figura 11	Rotura compresiva - muestra + 12% CATR	83
Figura 12	Rotura compresiva - muestra + 20% CATR	84
Figura 13	Rotura compresiva – comparativa 7 días	85
Figura 14	Rotura compresiva de la muestra control	86
Figura 15	Rotura compresiva - muestra + 1.5% PREC	87
Figura 16	Rotura compresiva - muestra + 3% PREC	88
Figura 17	Rotura compresiva - muestra + 7% PREC	89
Figura 18	Rotura compresiva - muestra + 5% CATR	90
Figura 19	Rotura compresiva - muestra + 12% CATR	91
Figura 20	Rotura compresiva - muestra + 20% CATR	92
Figura 21	Rotura compresiva – comparativa 14 días	93
Figura 22	Rotura compresiva de la muestra control	94
Figura 23	Rotura compresiva - muestra + 1.5% PREC	95
Figura 24	Rotura compresiva - muestra + 3% PREC	96



Figura 25	Rotura compresiva - muestra + 7% PREC.....	97
Figura 26	Rotura compresiva - muestra + 5% CATR.....	98
Figura 27	Rotura compresiva - muestra + 12% CATR.....	99
Figura 28	Rotura compresiva - muestra + 20% CATR.....	100
Figura 29	Rotura compresiva – comparativa 28 días	101
Figura 30	Rotura compresiva – comparativa final	102
Figura 31	Rotura compresiva porcentual – comparativa final	103
Figura 32	Fractura a flexión de la muestra control	104
Figura 33	Fractura a flexión - muestra + 1.5% PREC	105
Figura 34	Fractura a flexión - muestra + 3% PREC	106
Figura 35	Fractura a flexión - muestra + 7% PREC	107
Figura 36	Fractura a flexión - muestra + 5% CATR.....	108
Figura 37	Fractura a flexión - muestra + 12% CATR.....	109
Figura 38	Fractura a flexión - muestra + 20% CATR.....	110
Figura 39	Fractura a flexión – comparativa 7 días.....	111
Figura 40	Fractura a flexión de la muestra control	112
Figura 41	Fractura a flexión - muestra + 1.5% PREC	113
Figura 42	Fractura a flexión - muestra + 3% PREC	114
Figura 43	Fractura a flexión - muestra + 7% PREC	115
Figura 44	Fractura a flexión - muestra + 5% CATR.....	116
Figura 45	Fractura a flexión - muestra + 12% CATR.....	117
Figura 46	Fractura a flexión - muestra + 20% CATR.....	118
Figura 47	Fractura a flexión – comparativa 14 días.....	119
Figura 48	Fractura a flexión de la muestra control	120
Figura 49	Fractura a flexión - muestra + 1.5% PREC	121
Figura 50	Fractura a flexión - muestra + 3% PREC	122
Figura 51	Fractura a flexión - muestra + 7% PREC	123
Figura 52	Fractura a flexión - muestra + 5% CATR.....	124



Figura 53 Fractura a flexión - muestra + 12% CATR.....	125
Figura 54 Fractura a flexión - muestra + 20% CATR.....	126
Figura 55 Fractura a flexión – comparativa 28 días.....	127
Figura 56 Fractura a flexión – comparativa final.....	128



RESUMEN

En el estudio titulado "Estudio comparativo de las propiedades de un concreto hidráulico con la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la provincia de San Román 2024", se analizaron las propiedades del concreto hidráulico al incorporar estos materiales reciclados. La investigación, de diseño experimental y tipo aplicado, reveló efectos contrastantes en el comportamiento del concreto. La muestra de control presentó un asentamiento de 3.61". Con adiciones de papel reciclado en proporciones de 1.5%, 3% y 7%, el asentamiento disminuyó progresivamente a 3.45", 3.12" y 2.98", respectivamente. En contraste, la incorporación de caucho triturado como reemplazo parcial del agregado fino en porcentajes de 5%, 12% y 20% produjo un aumento en el asentamiento, alcanzando hasta 4.14". En la resistencia a compresión, la muestra control registró 218.17 kg/cm². Al añadir 1.5% de papel reciclado, la resistencia subió levemente a 220.42 kg/cm², pero disminuyó al aumentar la proporción de papel. En cambio, el reemplazo de agregado fino con un 20% de caucho triturado mejoró la resistencia a compresión, alcanzando 230.79 kg/cm². La resistencia a flexión también mostró efectos diferenciados: la muestra de control obtuvo 32.40 kg/cm², mientras que un 1.5% de papel reciclado incrementó la resistencia a 33.94 kg/cm²; sin embargo, al aumentar el porcentaje de papel, se observó una reducción progresiva. Por el contrario, la adición de un 20% de caucho triturado mejoró significativamente la resistencia a flexión, con un valor de 38.39 kg/cm². Estos resultados sugieren que el caucho triturado en mayores proporciones mejora tanto la resistencia a compresión como a flexión, mientras que el papel reciclado es efectivo solo en pequeñas cantidades.

Palabras Clave: Papel reciclado, caucho, llanta, concreto hidráulico y propiedades.



ABSTRACT

In the study entitled "Comparative study of the properties of a hydraulic concrete with the incorporation of recycled paper and rubber from shredded tires in the province of San Roman 2024", the properties of hydraulic concrete when incorporating these recycled materials were analyzed. The research, of experimental design and applied approach, revealed contrasting effects on the behavior of the concrete. The control sample presented a slump of 3.61". With additions of recycled paper in proportions of 1.5%, 3% and 7%, the slump progressively decreased to 3.45", 3.12" and 2.98", respectively. In contrast, the incorporation of shredded rubber as a partial replacement of the fine aggregate in percentages of 5%, 12% and 20% produced an increase in slump, reaching up to 4.14". In compressive strength, the control sample registered 218.17 kg/cm². With the addition of 1.5% recycled paper, the strength increased slightly to 220.42 kg/cm², but decreased as the proportion of paper increased. On the other hand, replacing fine aggregate with 20% crushed rubber improved the compressive strength, reaching 230.79 kg/cm². Flexural strength also showed differentiated effects: the control sample obtained 32.40 kg/cm², while 1.5% recycled paper increased the strength to 33.94 kg/cm²; however, as the percentage of paper increased, a progressive reduction was observed. In contrast, the addition of 20% shredded rubber significantly improved the flexural strength, with a value of 38.39 kg/cm². These results suggest that shredded rubber in higher proportions improves both compressive and flexural strength, while recycled paper is effective only in small quantities.

Keywords: recycled paper, rubber, tire, hydraulic concrete and properties.



INTRODUCCIÓN

El concreto hidráulico se ha consolidado como uno de los materiales de construcción más empleados en todo el mundo, debido a sus notables propiedades como la resistencia, la durabilidad y su amplia adaptabilidad a diversas aplicaciones. No obstante, el proceso de producción de este material demanda un consumo considerable de recursos naturales y energía, además de ser una fuente significativa de emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero. Este contexto plantea un importante desafío para la sostenibilidad ambiental en la industria de la construcción.

En respuesta a esta problemática, durante los últimos años se han explorado diversas estrategias para disminuir el impacto ambiental asociado al concreto, destacando la incorporación de materiales reciclados y subproductos de origen industrial como posibles soluciones. En este marco, la investigación en cuestión propone un análisis comparativo que evalúe las propiedades de un concreto hidráulico modificado mediante la adición de papel reciclado y caucho proveniente de llantas trituradas. Estos elementos, que comúnmente son desechados, no solo contribuyen a una mayor sostenibilidad al reducir la cantidad de residuos que se acumulan en los vertederos, sino que también poseen características físicas potencialmente beneficiosas que podrían influir de manera positiva en determinadas propiedades del concreto hidráulico.

La provincia de San Román, en la región de Puno, ha experimentado un crecimiento en la generación de residuos sólidos, entre ellos papel y llantas en desuso, cuyo manejo y disposición final representan un desafío creciente. Este estudio se centra en evaluar la viabilidad de estos residuos como aditivos en mezclas de concreto hidráulico, a fin de reducir la huella ecológica del sector de la construcción en esta región y explorar posibles beneficios técnicos y económicos.



La investigación se estructura con el propósito de analizar las características del concreto con la adición de papel reciclado y caucho triturado, comparando sus características con las de un concreto convencional. Así, se pretende determinar si estas mezclas modificadas cumplen con los estándares de calidad requeridos para su aplicación en la construcción y si representan una alternativa sostenible y eficiente.

Capítulo I: Se presenta el planteamiento del problema, lo objetivos e hipótesis así mismo se presenta la operacionalización de variables.

Capítulo II: El contenido del segundo capítulo se centra en la construcción de un marco teórico robusto y fundamentado, que parte de un análisis exhaustivo de investigaciones previas y aportes destacados dentro del área temática. Este capítulo no se limita únicamente a compilar las ideas teóricas más relevantes, sino que también establece una estructura conceptual que proporciona el contexto necesario para la presente investigación. Además, identifica de manera clara las brechas de conocimiento existentes en el ámbito estudiado, las cuales constituyen el fundamento y la motivación principal para llevar a cabo este trabajo.

Capítulo III: El tercer capítulo aborda con detalle los métodos y procedimientos aplicados durante la ejecución de la investigación. En este apartado, se especifica cómo se llevó a cabo la identificación y selección de las unidades de análisis, ya sea sujetos de estudio, materiales, o muestras utilizadas. Se desarrolla una descripción exhaustiva de la metodología adoptada, explicando de manera argumentada las razones detrás de la elección de técnicas, herramientas y enfoques específicos para la recolección de datos. Asimismo, se incluye una explicación detallada sobre los procedimientos empleados para el análisis de los datos obtenidos, asegurando la transparencia y rigurosidad en la metodología implementada.

En el capítulo IV: El cuarto capítulo está dedicado a la presentación, organización e interpretación de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación. En este apartado,



los datos recolectados son presentados de manera estructurada, utilizando herramientas visuales como tablas y gráficos para facilitar su análisis. Estos resultados son posteriormente comparados de forma cuidadosa y crítica con los hallazgos reportados en estudios previos relacionados, lo que permite identificar coincidencias, diferencias y posibles contribuciones innovadoras del presente trabajo. Además, se ofrece un análisis reflexivo que conecta los resultados con el marco teórico y los objetivos iniciales, estableciendo una base sólida para las conclusiones finales.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

La creciente demanda de materiales de construcción a nivel mundial ha generado un impacto significativo en el medio ambiente debido al consumo masivo de recursos naturales y la alta generación de desechos. Entre estos materiales, el concreto hidráulico se destaca por su uso extendido en obras de infraestructura, pero su fabricación implica un considerable consumo energético y altas emisiones de CO₂, exacerbando la problemática del cambio climático. A nivel internacional, los desechos sólidos, como el papel y las llantas en desuso, representan un desafío considerable para la gestión de residuos. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el incremento en la generación de estos desechos se debe al crecimiento poblacional y al consumo acelerado, lo cual crea la necesidad de desarrollar alternativas de reciclaje e incorporación de estos residuos en materiales de construcción sostenibles.

En el ámbito nacional, Perú enfrenta retos similares en cuanto a la gestión de residuos y el impacto ambiental de la industria de la construcción. Datos del Ministerio del Ambiente indican que solo un pequeño porcentaje de los desechos sólidos es reciclado, mientras que grandes cantidades de residuos, incluyendo papel y llantas en desuso, terminan en rellenos sanitarios o vertederos informales, contribuyendo a la contaminación

del suelo y el agua. Asimismo, la industria de la construcción peruana continúa dependiendo de materiales tradicionales, lo que subraya la importancia de investigaciones que busquen alternativas más ecológicas, como el uso de subproductos reciclados en el concreto. Estas iniciativas no solo podrían reducir el volumen de residuos sólidos, sino también promover prácticas sostenibles en el sector de la construcción.

San Román, departamento de Puno, el problema de los residuos sólidos se ha intensificado en los últimos años debido al crecimiento poblacional y al desarrollo urbano. La acumulación de llantas en desuso y papel representa una preocupación para las autoridades locales, quienes no cuentan con una infraestructura adecuada para el reciclaje o disposición final de estos materiales. Este problema no solo afecta al medio ambiente, sino que también representa una oportunidad para explorar soluciones innovadoras y sostenibles. La presente investigación se enfoca en evaluar la viabilidad de incorporar papel reciclado y caucho triturado de llantas en el concreto hidráulico, como una respuesta a la problemática local, contribuyendo tanto a la reducción de residuos como al desarrollo de una alternativa de construcción sostenible.

Esta situación problemática destaca la urgencia de adoptar enfoques innovadores y sostenibles en el sector de la construcción, tanto a nivel internacional como nacional y local. La presente investigación pretende contribuir a esta necesidad, estudiando las propiedades de un concreto hidráulico modificado que pueda ser replicable y funcional en la provincia de San Román y en otras regiones del país con características similares.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es la variación de las propiedades del concreto hidráulico con la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la provincia de San Román 2024?



1.2.2 *Problemas específicos*

- a. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en el asentamiento de la mezcla fresca de concreto hidráulico en la provincia de San Román 2024?
- b. ¿Qué influencia tiene la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la resistencia a compresión del concreto hidráulico de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia de San Román 2024?
- c. ¿Qué influencia tiene la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la resistencia a flexión del concreto hidráulico de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia de San Román 2024?

1.3 **Objetivos de la investigación**

1.3.1 *Objetivo general*

Comparar las propiedades del concreto hidráulico con la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la provincia de San Román 2024.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- a. Determinar el efecto de la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en el asentamiento de la mezcla fresca de concreto hidráulico en la provincia de San Román 2024.
- b. Evaluar la influencia que tiene la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la resistencia a compresión del concreto hidráulico de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia de San Román 2024.



- c. Analizar la influencia que tiene la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la resistencia a flexión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de San Román 2024.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 *Justificación técnica*

Tiene una sólida justificación técnica, ya que busca evaluar y comparar las características de un concreto hidráulico convencional frente a uno modificado mediante la incorporación de materiales reciclados como papel y caucho de llantas trituradas. Este enfoque técnico es relevante, pues permitirá determinar si estos aditivos pueden mejorar aspectos específicos del concreto, como la durabilidad, resistencia y capacidad de absorción de impacto, sin comprometer su integridad estructural. Además, el estudio proveerá datos fundamentales para establecer criterios técnicos que orienten el diseño y fabricación de concretos hidráulicos con materiales reciclados, lo cual tiene un gran potencial para ser aplicado en diversas obras de infraestructura, especialmente en regiones que buscan alternativas sostenibles y eficientes en el uso de materiales.

1.4.2 *Justificación económica*

La justificación económica de este estudio se centra en el potencial ahorro de costos para la industria constructiva. Al incorporar residuos reciclados como papel y caucho de llantas trituradas, se reduce la necesidad de ciertos componentes tradicionales del concreto, lo cual podría traducirse en una disminución de los costos de producción. Esto es particularmente relevante en un contexto de crecimiento de los precios de los materiales de construcción convencionales. Además, la reducción de residuos en vertederos y el posible aprovechamiento de materiales disponibles localmente contribuyen a una economía circular y a una gestión de residuos más eficiente. Los resultados de este estudio podrían fomentar la creación de nuevos modelos de negocio en el ámbito de materiales de



construcción sostenibles, generando beneficios económicos tanto para los productores como para los consumidores finales.

1.4.3 Justificación social

Socialmente, esta investigación responde a la necesidad de sembrar prácticas constructivas sostenibles y responsables, contribuyendo a un entorno más seguro y saludable para la comunidad. El uso de residuos como papel y caucho no solo ayuda a reducir la acumulación de basura en las ciudades, sino que también puede incentivar una mayor concienciación sobre la importancia del reciclaje y la reutilización de materiales en la sociedad. En el ámbito local, el desarrollo de un concreto hidráulico con materiales reciclados podría servir de ejemplo para proyectos de construcción, creando un sentido de responsabilidad social y ambiental. Asimismo, este estudio podría abrir oportunidades laborales en la recolección y procesamiento de residuos, impulsando así el desarrollo social y económico de la provincia de San Román.

1.4.4 Justificación ambiental

La justificación ambiental de esta investigación es primordial, ya que propone una solución innovadora buscando atenuar el impacto ambiental que implica la fabricación de concreto y la acumulación de desechos sólidos. La incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la mezcla de concreto contribuye a disminuir la demanda de recursos no renovables y reduce la cantidad de residuos que terminan en vertederos o son quemados, evitando así la emisión de contaminantes al medio ambiente. Además, al reducir la dependencia de materiales vírgenes, esta investigación fomenta prácticas de construcción sostenibles y alienta una transición hacia un modelo de desarrollo más amigable con el entorno ambiental.



1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 *Hipótesis general*

La incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas mejorara significativamente las propiedades del concreto hidráulico en comparación con el concreto convencional en la provincia de San Román 2024.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- a. La incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas incidirá el asentamiento de la mezcla fresca de concreto hidráulico en la provincia de San Román 2024, generando una diferencia significativa en comparación con el concreto sin aditivos reciclados.
- b. La inclusión de papel reciclado y caucho de llantas trituradas disminuirá la resistencia a compresión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de San Román 2024 en comparación con el concreto convencional.
- c. La incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas reducirá la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de San Román 2024 en comparación con el concreto sin aditivos reciclados.

1.6 Variables

1.6.1 *Variable independiente*

Papel reciclado y Caucho de llanta triturada

1.6.2 *Variable dependiente*

Propiedades del concreto.

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
VI Papel reciclado, caucho de llanta triturada	Materiales reciclados utilizados como aditivos o sustitutos en la mezcla de concreto hidráulico.	Proporción de papel reciclado respecto al peso del cemento; Proporción de caucho de llanta triturada respecto al agregado fino.	Papel reciclado: 1.5%, 3% y 7%. Caucho de llanta triturada: 5%, 12% y 20%.	Dosificación en laboratorio; balanza.
VD Propiedades del concreto	Características físicas y mecánicas del concreto hidráulico modificado	Propiedades	Resistencia compresiva, flexión y asentamiento.	Equipos y herramienta en laboratorio.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según Montaña y Zarta, (2020) en su estudio "Concreto modificado con papel reciclado", el reciclaje de papel inspira su aplicación como una alternativa ecológica en la producción de concreto, con el objetivo de disminuir costos y reducir el impacto ambiental en el ámbito de la construcción. Este proyecto en particular propone integrar papel reciclado en la mezcla del concreto, con el objetivo de reducir la cantidad de agregados finos sin afectar la resistencia a la flexión y compresión. Además, se estudia la posibilidad de desarrollar concreto premezclado que incluya agregados biodegradables. Las pruebas de carga en laboratorio permitieron observar el comportamiento del concreto modificado. Los resultados mostraron que, al reemplazar un 10% del agregado fino con papel reciclado, se alcanzaron resistencias similares a las del concreto tradicional. En concreto de 2500PSI, con un 10% de papel reciclado, se logró un 101% de la resistencia del concreto convencional, que obtuvo un 114%, con una variante del 11%. En concreto de 3000PSI, la resistencia con agregado de papel reciclado fue del 104%, mientras que el concreto tradicional mostró una variación del 12%. En concreto de 3500 PSI, ambas mezclas mantuvieron resistencias comparables. Para concreto de 4000PSI, sin agregado adicional,



se observó una variación del 32% con una resistencia alcanzada del 151%. Finalmente, en concreto de 4500 PSI, el concreto con papel reciclado alcanzó un 108% de resistencia frente al 105% del concreto convencional. Estos resultados muestran un desempeño favorable en las pruebas con un 10% de papel reciclado en la mezcla, evidenciando un rendimiento estable en cada nivel de resistencia propuesto. En conclusión, la incorporación parcial de papel reciclado como agregado en el diseño de mezclas cumple con los requisitos normativos de resistencia a la compresión y contribuye a disminuir la extracción de agregados finos de canteras. Este análisis, fundamentado en pruebas consecutivas y condiciones homogéneas, confirma la viabilidad de incluir papel reciclado en el concreto como una alternativa ecológica y funcional.

Según León, (2022) en su investigación titulada "Caracterización mecánica y de durabilidad del concreto adicionado con caucho reciclado de neumáticos", El objetivo de esta investigación es evaluar el uso de neumáticos reciclados como reemplazo del agregado en concreto hidráulico, contribuyendo así a reducir el impacto ambiental derivado de la inadecuada gestión de estos residuos. Durante el desarrollo de la investigación, se identificaron varios hallazgos clave: El concreto con contenido de caucho NO CUMPLE con los estándares normativos requeridos para su uso en áreas de tránsito de vehículos ligeros; no obstante, podría ser adecuado para zonas de tránsito exclusivamente peatonal. El caucho utilizado presenta una absorción de 23.67%, lo cual incrementa los costos de producción del concreto, ya que, para mantener la trabajabilidad sin comprometer la resistencia, es necesario incrementar la pasta de cemento o emplear aditivos plastificantes. La resistencia promedio de la mezcla con caucho a los 28 días fue de 2127.35 psi, lo que indica que, a mayor cantidad de caucho, menor es la resistencia de la mezcla. Aunque los agregados finos y gruesos fueron adquiridos en el mismo proveedor, se observó una notable variación en la humedad y granulometría, posiblemente por diferencias en el almacenamiento o en la procedencia de los materiales, lo cual influye en la calidad final del

concreto. Se emplearon métodos de mezcla manual y mecánica y distintos equipos para la toma de cilindros. La correcta calibración y mantenimiento de estos equipos es esencial para obtener resultados precisos. El caucho reciclado podría ser una opción sostenible para la disposición de estos residuos, pero esto solo sería factible con un respaldo adecuado de políticas públicas. Debido a que el caucho reduce la resistencia a compresión, es necesario aumentar la cantidad de cemento para alcanzar una resistencia óptima, lo cual incrementa el costo del concreto con caucho reciclado. El módulo de elasticidad del concreto con caucho resultó menor que el del concreto convencional, lo que sugiere una mayor elasticidad del material. Sin embargo, se requieren más pruebas para confirmar esta observación. Estos hallazgos sugieren que, aunque el uso de caucho reciclado en concreto hidráulico presenta limitaciones técnicas y costos adicionales, representa un enfoque viable para reducir el impacto ambiental de los neumáticos desechados, siempre que se implementen políticas y regulaciones adecuadas.

2.1.2 *Antecedentes nacionales*

Según Goicochea, (2024) en su investigación titulada "Influencia del papel reciclado en las propiedades mecánicas del concreto", cuyo propósito es brindar una solución sustentable, esta investigación analiza la incorporación de papel reciclado (PR) como material alternativo en la producción de concreto. Se trata de un estudio de tipo aplicado, de enfoque cuantitativo, diseño experimental y nivel cuasi-experimental, en el cual se examinan las propiedades de muestras experimentales en contraste con una muestra de control. Siguiendo los procedimientos normativos establecidos en la ACI 211.1, se fabricaron 200 muestras de concreto con una resistencia de 210 kg/cm², utilizando distintos porcentajes de sustitución de PR, desde el 5% hasta el 20% del peso del agregado fino. Los resultados revelaron que el reemplazo del 5% de PR en la mezcla resultó ser el más efectivo. Esta muestra experimental alcanzó los valores más altos en la caracterización mecánica, conservando una estabilidad física comparable a la muestra de control. En el caso del concreto en estado fresco, se observó que el aumento en el porcentaje de PR



reducía el asentamiento, lo cual afectaba la trabajabilidad de la mezcla; no obstante, la temperatura y el peso unitario incrementaban en proporción al porcentaje de PR, al igual que el contenido de aire. En cuanto al concreto endurecido a los 28 días, la mezcla con un 5% de PR mostró los resultados más favorables en comparación con la muestra de control: la resistencia compresiva aumentó en un 8.69%, la resistencia a tracción mejoró en un 4.71%, la resistencia a flexión fue superior en un 14.06%, y el módulo de elasticidad registró un incremento del 0.95%. Estos resultados sugieren que el uso de un 5% de PR en el concreto no solo optimiza sus propiedades mecánicas, sino que también presenta una alternativa sustentable para el aprovechamiento de residuos inorgánicos en la industria de la construcción.

Según Reyes, (2024) en su investigación titulada "Influencia de caucho granulado en las propiedades mecánicas del concreto", tuvo como propósito evaluar el efecto del caucho granulado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto. Se llevó a cabo un estudio de enfoque cuantitativo y tipo aplicado, con un diseño experimental. En total, se produjeron 270 muestras utilizando los diseños D210 y D280, incorporando caucho granulado en proporción de 2.50 %, 5.00 %, 7.50 % y 10 % en sustitución parcial del volumen de agregado fino (AF). Se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas obtenidas en estas mezclas. Los resultados reflejaron una disminución en el asentamiento (Slump) y el peso unitario, así como un incremento en el contenido de aire en las mezclas que contenían caucho. En cuanto a las propiedades mecánicas, se observó una reducción significativa: la resistencia a la compresión disminuyó hasta en un 23.140 %, el módulo elástico se redujo un 14.610 %, y la resistencia tracción bajó hasta un 17.010 %. En la resistencia a la flexión, inicialmente hubo una disminución, pero se estabilizó con un leve aumento al incluir un 7.5% de caucho granulado. El análisis concluyó que el porcentaje óptimo de caucho granulado es del 2.5%, ya que minimiza las pérdidas en las propiedades mecánicas. Aunque la sustitución de AF por caucho granulado no mejora las propiedades



del concreto, su mayor aporte radica en su valor ambiental, al reducir el uso de materiales naturales y reciclar residuos de caucho.

2.1.3 *Antecedentes regionales*

Según Huamani, (2022) en su investigación titulada " Estudio técnico de los residuos de neumáticos reciclados y su influencia en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, Juliaca, 2022", el objetivo principal de este estudio fue investigar el impacto que tienen los residuos de llantas recicladas en las propiedades mecánicas del concreto que se utiliza para pavimentos rígidos. En esta investigación se utiliza una técnica cuantitativa y un diseño cuasi-experimental, que constituye una forma aplicada de estudio. Se utilizaron 72 probetas, 36 para ensayos de resistencia a la compresión y 36 para ensayos de resistencia a la flexión. La mezcla de hormigón utilizada fue de 280 kg/cm³, y se utilizaron las probetas. Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión fueron los siguientes: el hormigón normal alcanzó una resistencia de 286,3 kg/cm², pero las mezclas que contenían aditivos de neumáticos reciclados en proporciones de 2%, 4% y 6% alcanzaron resistencias de 294,3 kg/cm², 305,7 kg/cm² y 300,0 kg/cm², respectivamente. En cuanto a la resistencia a flexión, el hormigón normal resultó tener un valor de 58,1 kg/cm², mientras que las mezclas que contenían neumáticos reciclados en porcentajes del 2%, 4% y 6% alcanzaron valores de 59,9 kg/cm², 61,6 kg/cm² y 60,6 kg/cm², respectivamente. En conclusión, la incorporación de basura de neumático reciclado en el hormigón de pavimento produce una mejora significativa de las cualidades mecánicas del material. Para obtener la mayor mejora en la resistencia compresiva, así como en la resistencia a la flexión, se encontró que la dosificación óptima era del 4%. Los resultados de este estudio indican que la utilización de neumáticos reciclados en pavimentos de hormigón tiene el potencial de ser una opción viable y sostenible que puede mejorar la durabilidad de los pavimentos y ayudar a la reducción de la basura también.

Según Condori y Lipe, (2022) en su investigación titulada Efecto del caucho reciclado en el comportamiento físico-mecánico del concreto estructural con $f'c=210$ kg/cm², Juliaca 2022," tiene como propósito principal analizar la sustitución parcial del agregado fino por fibras de caucho reciclado en concreto estructural, buscando mejorar sus cualidades, así como evaluar su potencial uso en construcciones de ingeniería. Para lograrlo, se desarrolló una mezcla convencional de concreto estructural con una resistencia de $f'c=210$ kg/cm², sobre la cual se realizaron tres variaciones experimentales, reemplazando el 5.0 %, 7.0 %, y 9.0 % del peso del agregado fino con fibras de caucho reciclado. Los resultados presenciaron que el reemplazo es del 5.0 %, alcanzando una resistencia a compresión de $f'c=247.37$ kg/cm² a los 28 días, lo que significa un aumento del 2.21% en comparación con el concreto de referencia, que obtuvo una resistencia de $f'c=242.01$ kg/cm² en el mismo plazo. No obstante, al elevar el porcentaje de caucho reciclado a 7% y 9%, se observó una disminución gradual en la resistencia compresiva, lo cual sugiere que proporciones superiores al 5% no son recomendables para aplicaciones estructurales en ingeniería debido a la pérdida de resistencia. En conclusión, incorporar un 5% de caucho reciclado como sustituto parcial del agregado fino incrementa la resistencia a la compresión del concreto sin comprometer su capacidad estructural. Esta práctica también contribuye a la sostenibilidad al reducir el impacto ambiental, ofreciendo una alternativa eco amigable para la industria de la construcción.

2.2 Marco teórico

2.2.1 *Papel reciclado*

El papel reciclado es un material fabricado a partir de fibras recuperadas de papel previamente utilizado, que pueden provenir de productos como periódicos, revistas, cartón, papeles de oficina y otros productos de papel desechados. El proceso de reciclaje de papel comienza con la recolección y clasificación de estos materiales, separándolos según su tipo y calidad. Posteriormente, el papel recuperado se somete a un proceso de pulpeo, en

el cual se mezcla con agua para descomponer las fibras, eliminando tinta, adhesivos y otros contaminantes mediante procesos de filtrado y limpieza (Pablo & Ortiz, 2020).

Una vez limpias, estas fibras recicladas se combinan, en ocasiones, con una pequeña proporción de fibras vírgenes (de madera) para mejorar las propiedades del papel resultante en términos de resistencia y textura. La mezcla de fibras se somete a un proceso de blanqueo y refinamiento, en caso de que se busque un acabado de alta calidad o de color blanco, aunque el blanqueo se realiza con métodos menos agresivos en comparación con el papel convencional, para minimizar el impacto ambiental. Finalmente, la pulpa se transforma en hojas de papel mediante secado y prensado, listas para su reutilización en nuevos productos.

El uso de papel reciclado conlleva varios beneficios ambientales y económicos. Al reducir la demanda de fibras vírgenes, se ayuda a conservar los bosques y a disminuir la deforestación. Asimismo, el reciclaje de papel consume menos energía y agua que la producción de papel nuevo a partir de pulpa de madera, y genera menores emisiones de gases de efecto invernadero. Además, al extender la vida útil del papel mediante su reciclaje, se reduce el volumen de residuos sólidos destinados a los vertederos, contribuyendo así a una gestión de residuos más sostenible y a una economía circular.

Figura 1

Papel reciclado



2.2.2 *Material de llanta usada*

A inicios del año 2012, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en Colombia promulgó una resolución que establecía un sistema específico para la recolección y gestión ambiental de los residuos generados por las llantas usadas. Esta normativa fue un paso importante en el ámbito de la gestión ambiental, marcando un avance significativo en la regulación del tratamiento de este tipo de desechos. Sin embargo, el ministerio considera que, pese a esta medida, aún no se cuenta con un historial suficiente que permita implementar políticas administrativas de protección ambiental más exhaustivas. Como resultado, aunque se llevan a cabo actividades de recolección de llantas usadas, no siempre se dispone de métodos de disposición o tratamiento claramente definidos y sostenibles para el manejo de estos residuos (Erazo & Pupiales, 2016).

En los últimos años, el material proveniente de llantas trituradas o procesadas ha encontrado aplicaciones en diversas áreas. Este tipo de material ha sido utilizado para modificar betunes, sellar grietas en pavimentos, producir ligantes empleados en tratamientos superficiales y construir pavimentos en zonas destinadas a actividades deportivas. A pesar de estos avances en reutilización, el proceso enfrenta varios desafíos, entre ellos la evolución en la composición de los materiales metálicos en las llantas, lo que introduce dificultades técnicas que limitan su reutilización en ciertos procesos industriales (Acevedo et al., 2022).

Las llantas están fabricadas con una combinación de materiales diseñada para otorgarles características especiales adaptadas a las condiciones de uso. Estas propiedades incluyen resistencia para soportar cargas pesadas, capacidad para enfrentar altas presiones y un nivel de adherencia adecuado para mantener la seguridad en distintas condiciones de la superficie. En la Tabla, se muestra la composición típica de estos materiales en las llantas, diferenciando entre aquellas utilizadas en vehículos ligeros, como automóviles, y las empleadas en camiones. Esta diferenciación en la composición responde a los requerimientos específicos de cada tipo de vehículo y subraya las

propiedades únicas que cada material aporta para el desempeño de las llantas en sus respectivas aplicaciones.

Tabla 2*Composición de llantas*

Constitución de llantas %		
Material	Automóviles	Camiones
Caucho Natural	14.00%	27.00%
Caucho Sintético	27.00%	14.00%
Rellenos Reforzantes	28.00%	28.00%
Acero	14.00%	15.00%
Antioxidante Y Rellenos	17.00%	16.00%

Fuente: (Martínez et al., 2016)

2.2.2.1 Trituración de los neumáticos

El procedimiento de trituración de neumáticos se realiza con el objetivo principal de disminuir significativamente el tamaño de las llantas mediante el uso de equipos especializados diseñados para este fin. Durante este proceso, se logra la separación del caucho de otros elementos que forman parte de los neumáticos, como el acero y los materiales textiles, lo que permite obtener un caucho triturado con características específicas para su posterior reutilización en la fabricación de diversos productos.

Para llevar a cabo esta transformación, se dispone de dos métodos principales que se emplean dependiendo de las necesidades y los objetivos del proceso: por un lado, la trituración mecánica, que utiliza fuerzas físicas y herramientas de corte para descomponer los neumáticos en partículas más pequeñas, y por otro, la trituración criogénica, que se basa en el enfriamiento extremo del caucho mediante el uso de nitrógeno líquido u otros métodos de congelación para facilitar su fragmentación en tamaños uniformes. Ambos enfoques ofrecen ventajas particulares y son seleccionados en función de las características del material deseado y los requerimientos específicos de su aplicación final.

❖ Trituración mecánica

La técnica de trituración mecánica se basa en el uso de cuchillas especializadas para descomponer las llantas en piezas más pequeñas. Este proceso suele llevarse a cabo de manera progresiva, también conocida como trituración en cascada, donde las llantas se van desmenuzando en etapas sucesivas hasta alcanzar el tamaño deseado (ver Figura). Después de la trituración, se emplean sistemas de clasificación neumáticos y magnéticos que facilitan la separación de los materiales textiles y el acero que componen las llantas. La mayor ventaja de este método es que permite obtener productos de buena calidad en pocas etapas de procesamiento. Además, al no requerir la adición de productos externos para la purificación, el caucho triturado que se obtiene es limpio y no necesita tratamientos adicionales.

Figura 2

Granos de Caucho



❖ Trituración criogénica

La trituración criogénica es un método que implica someter las llantas enteras a temperaturas extremadamente bajas mediante el uso de nitrógeno líquido, lo cual congela los neumáticos completamente. Una vez que las llantas están en estado sólido debido a la baja temperatura, se someten a un impacto mecánico que fragmenta el caucho,

convirtiéndolo en partículas finas o polvo. Durante este proceso, el nitrógeno líquido se evapora, liberándose en forma de gas. Este método ofrece la ventaja de producir partículas de caucho de dimensiones muy pequeñas; sin embargo, también presenta una desventaja significativa: las partículas de caucho y acero suelen quedar mezcladas, lo que complica su posterior separación y purificación. Además, la trituración criogénica exige instalaciones con altos costos de inversión y mantenimiento, además de maquinaria específica y de alta especialización para su operación.

En los países desarrollados, tanto la trituración mecánica como la criogénica, acompañadas de un proceso de separación de componentes, son prácticas comunes desde hace más de cinco décadas. El caucho triturado que se obtiene mediante estos procedimientos presenta un tamaño de partícula que varía entre 0.6 mm y 2.36 mm de diámetro. Estas partículas son seguras para el medio ambiente, no contienen elementos tóxicos y están libres de fibras y residuos metálicos, lo cual las hace adecuadas para una variedad de aplicaciones en diferentes industrias.

2.2.3 Concreto hidráulico

El concreto hidráulico es un tipo de concreto formulado para ofrecer una alta resistencia en entornos expuestos a la humedad constante o sumergidos en agua. Su composición incluye cemento hidráulico, un tipo especial de cemento que, al entrar en contacto con el agua, reacciona químicamente y permite que el concreto fragüe y endurezca incluso bajo el agua. Este cemento hidráulico puede incluir componentes como cemento Portland, escoria de alto horno o cemento puzolánico, los cuales le otorgan propiedades impermeables y de durabilidad en ambientes húmedos o agresivos.

El concreto hidráulico es conocido por su elevada resistencia a la permeabilidad y su capacidad para conservar sus cualidades físicas en ambientes expuestos a ciclos de mojado y secado, así como en condiciones de inmersión continua. Esto lo hace especialmente útil en obras de ingeniería civil y proyectos de infraestructura hidráulica,

donde se requiere que el concreto conserve su integridad estructural y resistencia al agua a largo plazo. Entre las aplicaciones más comunes de este tipo de concreto se encuentran la construcción de presas, puentes, túneles, canales de riego, muros de contención, embalses y sistemas de alcantarillado.

Además de su capacidad para fraguar bajo el agua, el concreto hidráulico también posee una notable resistencia a la erosión, lo que permite que soporte el flujo constante de agua y la presión hidrostática sin sufrir deterioro significativo. Su durabilidad en ambientes adversos lo convierte en una opción económica a largo plazo, ya que reduce la necesidad de mantenimiento y rehabilitación frecuente de estructuras en contacto con el agua.

El concreto hidráulico es un material clave en la construcción de infraestructuras que estarán en contacto constante con el agua, proporcionando durabilidad, resistencia y bajo mantenimiento en ambientes adversos. Gracias a su capacidad para endurecerse bajo el agua y resistir la erosión, es un elemento esencial en proyectos de ingeniería civil y obras públicas que requieren un rendimiento confiable y sostenible a largo plazo.

2.2.4 **Concreto**

El concreto, también conocido como hormigón, es un material esencial en el ámbito de la construcción, ampliamente utilizado en proyectos de infraestructura y edificación a nivel global. Este material se elabora a partir de una mezcla básica de cemento, agua, agregados finos (generalmente arena) y agregados gruesos (como grava o piedra triturada). Además, en función de las necesidades del proyecto, se pueden incorporar distintos aditivos que potencian sus propiedades o lo adaptan a condiciones particulares (Chiang & Santos, 2023).

Una de las principales ventajas del concreto es su gran versatilidad, ya que la mezcla puede ajustarse para lograr propiedades específicas, como resistencia, durabilidad, trabajabilidad y tiempo de fraguado. Esta flexibilidad resulta fundamental en el sector de la

construcción, pues permite desarrollar concretos que responden a exigencias particulares, soportando diversas cargas, condiciones climáticas y necesidades de durabilidad. Existen múltiples tipos de concreto, cada uno diseñado para cumplir roles específicos. Por ejemplo, el concreto armado incluye barras de acero que incrementan su resistencia a la tracción; el concreto pretensado es ideal para estructuras sometidas a tensiones elevadas; y el concreto de alto rendimiento, que destaca por su resistencia y durabilidad superior, es utilizado en aplicaciones de alta exigencia (Santos, 2021).

La producción y dosificación del concreto se rigen por normativas y estándares de calidad que pueden variar según el país, con el propósito de asegurar que las construcciones sean seguras, duraderas y respetuosas con el medio ambiente. Los avances en la ciencia de materiales han hecho posible el desarrollo de concretos más avanzados y eficientes. Un ejemplo es el concreto reciclado, que reutiliza materiales y contribuye a la sostenibilidad ambiental, o el concreto autocompactante, diseñado para fluir y llenar complejas formas de moldes sin necesidad de vibración, lo que facilita su uso en construcciones con requisitos específicos de forma y detalle (Argueta & Arévalo, 2024).

2.2.4.1 Componentes

❖ Cemento

El cemento Portland es un compuesto inorgánico, finamente pulverizado, de tonalidad grisácea o blanquecina. Cuando se mezcla con agua, ya sea por sí solo o junto a otros componentes como arena y grava, adquiere la capacidad notable de fraguar y endurecer, incluso sumergido en agua. Este fenómeno ocurre debido a reacciones químicas que se desencadenan durante su hidratación, formando una estructura sólida y de gran durabilidad. Una vez que ha fraguado, el cemento mantiene una resistencia y estabilidad estructural considerables, lo cual lo convierte en un recurso indispensable para la construcción moderna. La combinación de cemento con agua y arena genera una mezcla



llamada mortero, mientras que al añadir grava, se obtiene concreto, un material que forma una piedra artificial con alta resistencia (Carpio, 2023).

Frederick describió el cemento como un aglomerante hidrofílico, producido mediante la calcinación de una mezcla de calizas, areniscas y arcillas. Este proceso da lugar a un polvo muy fino que, al entrar en contacto con el agua, endurece y adquiere propiedades adhesivas y resistentes. Esta definición se aplica a numerosos tipos de cemento; sin embargo, en el ámbito constructivo, los más empleados son los de origen calcáreo, especialmente el cemento Portland, que posee características hidráulicas: sus componentes reaccionan químicamente con el agua, lo que permite el fraguado y la ganancia de resistencia estructural.

La denominación del cemento suele estar vinculada a su lugar de origen o a su aspecto, como es el caso del "cemento romano" o el "cemento Portland". Este último debe su nombre a su similitud visual con la piedra de Portland, utilizada en antiguas construcciones británicas. Además de los cementos comunes, existen también variedades especiales, como los cementos refractarios, que están diseñados para resistir temperaturas extremadamente elevadas, siendo ideales para usos industriales específicos.

La historia del cemento Portland se remonta a 1824, cuando el constructor inglés Joseph Aspdin patentó un método para producir un cemento mediante la calcinación de caliza y arcilla. Este cemento poseía una resistencia similar a la piedra de Portland, una roca natural muy valorada en Inglaterra. Este descubrimiento marcó el inicio de una transformación en los materiales de construcción. Posteriormente, en 1845, se mejoró y estandarizó el proceso de fabricación del cemento Portland tal como lo conocemos hoy. Este proceso consiste en combinar rocas calcáreas y arcillosas en proporciones específicas y someterlas a temperaturas superiores a 1300°C, generando "clinker", un material que se presenta en pequeñas esferas endurecidas. Este clinker, al ser finamente molido y mezclado con una pequeña cantidad de yeso, se convierte en el cemento

Portland, un polvo extremadamente fino y versátil que ha revolucionado la industria de la construcción en todo el mundo (Javela, 2022).

❖ **Agregados**

Los agregados son componentes fundamentales en la fabricación del concreto, representando aproximadamente el 60-80% del volumen total de la mezcla. Son partículas sólidas de diferentes tamaños, que pueden variar desde polvo fino hasta fragmentos de piedra de considerable tamaño. Su inclusión en el concreto proporciona estructura y contribuye a la resistencia y durabilidad del material. Los agregados también influyen en la trabajabilidad, el comportamiento y el costo del concreto, por lo que su selección y clasificación son esenciales para obtener mezclas de calidad (Morán, 2022).

• **Tipos de Agregados-Origen**

Los agregados pueden ser de origen natural o artificial. Los agregados naturales se obtienen de depósitos de arena, grava o roca triturada, mientras que los agregados artificiales son producidos mediante procesos industriales, como el reciclado de concreto o el uso de materiales subproductos de otras industrias. Por ejemplo, los agregados reciclados provienen del triturado de escombros de construcción y son una alternativa sostenible, ya que reducen la demanda de materiales vírgenes (Dionicio, 2022).

• **Clasificación por Tamaño**

La clasificación más común de los agregados se basa en el tamaño de sus partículas, dividiéndolos en agregados finos y gruesos. Esta clasificación se realiza a través de una serie de tamices, siendo el tamiz de abertura #4 (4.75 mm) el criterio de separación:

- **Agregados Finos:** Son las partículas que pasan a través de la malla #4, pero que quedan retenidas en el tamiz #200. Estos agregados, que incluyen principalmente arenas naturales y trituradas, son esenciales para llenar los vacíos entre las



partículas más grandes y proporcionar una superficie de unión para el cemento. También mejoran la trabajabilidad del concreto.

- **Agregados Gruesos:** Son aquellos que quedan retenidos en la malla #4. Este grupo incluye grava, piedra triturada y otras partículas de mayor tamaño. Su cargo es suministrar la resistencia estructural y duración al concreto, actuando como el esqueleto de la mezcla y reduciendo la cantidad de cemento necesaria.

- **Otros Criterios de Clasificación**

Además del tamaño, existen varias formas de clasificar los agregados en función de características específicas:

- **Forma de Partícula:** Los agregados pueden ser angulares, redondeados, irregulares o alargados. La forma influye en la trabajabilidad del concreto; por ejemplo, los agregados redondeados suelen requerir menos agua en la mezcla debido a su menor área superficial.
- **Textura Superficial:** Los agregados pueden tener una textura lisa o rugosa. Los agregados de superficie rugosa mejoran la adherencia con la pasta de cemento, aumentando la resistencia de la mezcla.
- **Peso Específico:** Los agregados se pueden clasificar según su densidad en agregados ligeros, normales o pesados. Los agregados ligeros, como la arcilla expandida, se utilizan para concreto de baja densidad, mientras que los agregados pesados, como la barita, se emplean en concreto para protección contra radiación.
- **Color:** Aunque menos común en la construcción general, algunos agregados se seleccionan por su color cuando se busca una apariencia específica en acabados decorativos.

- Origen Reciclado: Los agregados reciclados provienen de la reutilización de escombros de construcción, y su uso es cada vez más popular debido a sus beneficios ambientales. Sin embargo, estos agregados requieren pruebas adicionales para garantizar que cumplan con las especificaciones técnicas de resistencia y durabilidad.

La selección adecuada de los agregados, en términos de tamaño, forma, textura y composición, es vital para obtener un concreto de alta calidad y adecuado para su propósito estructural. Los agregados gruesos proporcionan rigidez y reducen la cantidad de cemento requerido, mientras que los agregados finos mejoran la trabajabilidad y ayudan a crear una mezcla más cohesiva. Además, la combinación adecuada de agregados finos y gruesos ayuda a reducir la formación de huecos en la mezcla, lo que disminuye la porosidad del concreto, aumentando así su resistencia y durabilidad (Castro & Chanta, 2023).

En conclusión, la clasificación y selección de agregados en la fabricación del concreto no solo afecta la trabajabilidad de la mezcla, sino también sus propiedades mecánicas y su durabilidad. La correcta proporción de agregados finos y gruesos, combinada con el control de su forma, textura y composición, permite obtener mezclas de concreto de alta calidad, optimizando costos y asegurando la resistencia estructural de las construcciones.

❖ Agua

El agua es un componente esencial en la fabricación del concreto, pues no solo facilita la mezcla de los ingredientes, sino que también activa el proceso de hidratación del cemento. Este proceso químico es fundamental para que el cemento fragüe y desarrolle las propiedades mecánicas y de resistencia requeridas. En la construcción, se utiliza agua tanto para la mezcla del concreto como para su curado, y es crucial que esta agua cumpla



con ciertos estándares de calidad para evitar problemas de durabilidad y resistencia en las estructuras finales (Castro & Chanta, 2023).

Para la preparación de concreto, en general se recomienda utilizar agua potable, aquella que es adecuada para consumo humano, ya que su pureza suele cumplir con los requisitos necesarios para asegurar la calidad del concreto. Sin embargo, en áreas rurales o en las afueras de las ciudades, donde el acceso a agua potable puede ser limitado, es común el uso de aguas no potables, siempre que estas cumplan ciertos criterios mínimos de calidad. Estas aguas deben estar libres de sabores y olores desagradables, así como de impurezas que puedan afectar el fraguado y la resistencia del concreto. En algunos casos, si el agua cumple con ciertos límites específicos de contenido mineral y de contaminantes establecidos, se puede emplear con seguridad, incluso si no es potable.

Antes de utilizar un tipo específico de agua en la mezcla de concreto, es necesario realizar un análisis exhaustivo de sus propiedades. Este análisis es esencial porque el agua actúa como un reactivo en la mezcla, iniciando las reacciones químicas con el cemento que determinan las propiedades estructurales del concreto. La presencia de sustancias indeseables o en cantidades superiores a las permitidas puede afectar el tiempo de fraguado, la durabilidad y la resistencia del concreto. Por ejemplo, altos niveles de sales, sulfatos o materia orgánica pueden debilitar la mezcla o provocar corrosión en los elementos estructurales de refuerzo (Fernández, 2022).

La Norma Técnica Peruana (NTP) 339.088 establece los requisitos de calidad del agua destinada a la fabricación de concreto. Según esta normativa, se recomienda que el agua utilizada sea potable, aunque se permite el uso de agua no potable si cumple con ciertos parámetros químicos y físicos. La NTP 339.088 establece límites aceptables para el contenido de sustancias disueltas en el agua, como sales, cloruros, sulfatos y otros compuestos que puedan alterar las propiedades del concreto. Aunque no existen criterios totalmente uniformes a nivel mundial sobre estos límites, la norma establece parámetros de referencia que garantizan la viabilidad y seguridad del concreto.

En el caso del curado del concreto, también es fundamental que el agua empleada esté dentro de los límites permisibles para evitar la incorporación de elementos que puedan deteriorar la estructura en el tiempo. El curado es el proceso de mantener el concreto hidratado después de su fraguado inicial, y su adecuada ejecución asegura una resistencia óptima y una vida útil prolongada de la estructura.

La elección del agua y su calidad son elementos clave en la construcción, ya que cualquier desviación en los estándares puede comprometer la integridad de la estructura. Por ello, en las obras modernas, es práctica común realizar pruebas de laboratorio y seguir normas técnicas rigurosas para garantizar que el agua utilizada en la mezcla y curado del concreto contribuye positivamente a las propiedades finales del material.

2.2.4.2 Características

Las características intrínsecas del concreto, también conocidas como sus propiedades, definen su comportamiento y desempeño en diversas aplicaciones constructivas. Entre las más destacadas están su resistencia, su durabilidad, su facilidad de manipulación (trabajabilidad) y su cohesión interna. Estas propiedades no son estáticas; pueden variar considerablemente dependiendo del grado de control en el proceso de fabricación y la calidad de los componentes empleados (Goñas & Saavedra, 2020).

Es esencial que las cualidades del concreto sean adecuadas para el propósito específico en el que se utilizará, garantizando que satisfaga los requisitos técnicos y estructurales de cada obra. Esta adaptación permite una optimización de costos, dado que se emplea un concreto con las propiedades precisas y adecuadas para cada uso, lo cual asegura no solo la efectividad del material, sino también su sostenibilidad en términos de recursos y desempeño en el contexto de cada proyecto de construcción (Vega, 2022).

Las características mecánicas del concreto son clave para determinar su comportamiento y su capacidad de soportar cargas en una estructura. La principal virtud

mecánica del concreto es su alta resistencia a la compresión, lo que lo convierte en un material ideal para elementos estructurales como columnas, muros y cimientos, donde predominan estos esfuerzos. Sin embargo, el concreto presenta una resistencia a la tracción y al esfuerzo cortante considerablemente menor, lo cual limita su uso en componentes que experimentan fuerzas de tensión, como las vigas o losas, sin ayuda de refuerzos adicionales (Quispe, 2022).

Para superar estas limitaciones, en muchos casos el concreto se combina con acero en el proceso de armado, dando lugar al concreto reforzado o concreto armado, que incorpora varillas de acero que soportan los esfuerzos de tracción y de cortante. Este tipo de concreto aprovecha las propiedades complementarias de ambos materiales, ya que el concreto es resistente a la compresión, mientras que el acero soporta la tracción y las tensiones, creando así una estructura resistente y versátil (Villafuerte, 2023).

La evaluación de la resistencia del concreto se realiza a través de ensayos mecánicos específicos, conocidos como ensayos de compresión, o ensayos de rotura. Estos se llevan a cabo en probetas estándar, cilindros o cubos de concreto, que son moldeados y curados bajo condiciones controladas. Después de un periodo de curado determinado, generalmente de 28 días, las probetas son sometidas a cargas crecientes hasta que se produce su rotura. Este ensayo permite medir la resistencia a la compresión del concreto y determinar si cumple con las especificaciones de diseño (Asenjo, 2023).

Además, existen otros ensayos para evaluar distintas propiedades del concreto, como los ensayos de flexión, que valoran su capacidad de soportar cargas transversales, y los ensayos de resistencia al impacto, la cual es importante en estructuras sometidas a cargas dinámicas. Estos ensayos proporcionan datos esenciales que ayudan a garantizar que el concreto utilizado en una estructura tenga la resistencia y durabilidad adecuada, cumpliendo con las normativas y estándares de seguridad.

❖ Manejabilidad

Se refiere a su capacidad para ser manipulado, colocado y compactado de manera eficaz sin que ocurra segregación (separación de sus componentes) o pérdida de uniformidad en la mezcla. Esta propiedad es fundamental para garantizar que el concreto fresco pueda fluir adecuadamente en el encofrado, rodear los refuerzos y llenar todos los espacios sin dejar huecos o vacíos. Una buena trabajabilidad facilita el proceso de colocación y asegura que el concreto se compacte correctamente, lo cual es clave para su durabilidad y resistencia (Taco, 2023).

La trabajabilidad del concreto depende de varios factores, entre los cuales destacan:

- **Contenido de Agua:** La cuantía de agua en la mezcla es uno de los factores más críticos. El aumento en la cantidad de agua usualmente mejora la manejabilidad al hacer la mezcla más fluida, pero también puede disminuir la resistencia del concreto si no se controla adecuadamente. Es fundamental lograr un equilibrio entre trabajabilidad y resistencia, evitando un exceso de agua que pueda llevar a la segregación y reducción de la calidad final del concreto.
- **Propiedades de los Agregados:** La forma, tamaño y textura de los agregados influyen en la trabajabilidad. Los agregados redondeados y lisos mejoran la trabajabilidad, ya que requieren menos agua para lograr la misma consistencia que los agregados angulares y rugosos. La proporción entre agregados finos y gruesos también es crucial, ya que una combinación equilibrada permite que el concreto sea más cohesivo y fluido.
- **Contenido de Aire:** La incorporación de aire en el concreto mediante aditivos ayuda a mejorar la trabajabilidad al reducir la fricción entre las partículas. Esto hace que el concreto sea más manejable, especialmente en climas fríos, ya que el aire ayuda a reducir los riesgos de congelación y expansión en la mezcla.
- **Relación Pasta-Agregados:** La pasta de cemento (mezcla de cemento y agua) actúa como un lubricante que facilita el movimiento de los agregados. Una proporción

adecuada entre pasta y agregados es esencial para alcanzar una buena trabajabilidad sin comprometer la resistencia del concreto. Una cantidad excesiva de pasta puede llevar a la segregación, mientras que una cantidad insuficiente dificultará la colocación y compactación.

- **Condiciones Climáticas:** La temperatura y humedad afectan la trabajabilidad del concreto fresco. En climas cálidos, el concreto tiende a perder agua rápidamente, lo cual reduce su trabajabilidad y puede causar un fraguado prematuro. En estos casos, es común agregar retardadores o enfriar los materiales antes de la mezcla para mejorar el tiempo de trabajo. En climas fríos, el concreto puede volverse más rígido, por lo que es importante mantener la mezcla a temperaturas adecuadas para evitar problemas de colocación (Fernández & Huaman, 2022).

La trabajabilidad del concreto fresco se mide mediante el ensayo de asentamiento, conocido como "slump test". Este ensayo consiste en llenar un cono truncado con la mezcla de concreto fresco, compactarla y luego levantar el cono de manera vertical. La diferencia en altura entre el concreto original en el cono y el concreto asentado después de retirar el cono se mide en centímetros y se conoce como el "asentamiento" o "slump".

Según el grado de asentamiento, el concreto puede clasificarse en distintas categorías de consistencia:

- **Seco (Slump bajo):** Asentamiento entre 0 y 25 mm. Se usa principalmente en pavimentos o estructuras que requieren mayor rigidez.
- **Plástico (Slump medio):** Asentamiento entre 25 y 75 mm. Indicado para la mayoría de aplicaciones estructurales donde se necesita un equilibrio entre fluidez y resistencia.
- **Fluido (Slump alto):** Asentamiento mayor a 75 mm. Utilizado en aplicaciones donde se requiere una alta fluidez, como en columnas y encofrados complejos con refuerzos densos.

Una buena trabajabilidad garantiza una mezcla que puede ser colocada y compactada de forma uniforme, lo cual previene problemas de resistencia y durabilidad.

Además, reduce el esfuerzo requerido durante la colocación y facilita el uso de vibradores para asegurar la eliminación de burbujas de aire. De esta forma, un concreto con la trabajabilidad adecuada resulta en estructuras más homogéneas y con mayor vida útil, capaces de soportar las cargas y condiciones de exposición para las cuales fueron diseñadas (Tucto, 2022).

❖ **Segregación**

La segregación en el concreto describe el proceso por el cual sus distintos componentes se separan entre sí durante las etapas de mezcla, transporte o colocación en obra. Este fenómeno ocurre principalmente cuando los agregados de mayor tamaño se apartan del mortero de cemento, lo que genera una distribución desigual de los materiales en la mezcla. Este tipo de separación afecta directamente la homogeneidad y, en consecuencia, la resistencia del concreto, comprometiendo la calidad del resultado final (Tucto, 2022).

❖ **Exudación**

La exudación, también conocida como sangrado del concreto, se refiere a la separación de los componentes líquidos y sólidos presentes en la mezcla de concreto mientras se está colocando y compactando. Este fenómeno suele ocurrir cuando la compactación del concreto fresco no es suficiente, permitiendo que el agua y otros componentes líquidos asciendan hacia la superficie de la mezcla. La exudación reduce la densidad del concreto, disminuyendo su resistencia y comprometiendo su durabilidad a largo plazo (Tucto, 2022).

❖ **Impermeabilidad**

La impermeabilidad del concreto representa su capacidad para impedir o reducir la entrada de agua y otros líquidos en su estructura interna. Un concreto impermeable es esencial para prevenir problemas asociados a la infiltración de agua, como la corrosión de

las armaduras de acero y el deterioro del propio concreto. Esta propiedad se vuelve fundamental en aplicaciones donde el material está expuesto de manera continua o frecuente al contacto con el agua, como en construcciones de infraestructura hidráulica o en ambientes húmedos (Salas, 2023).

❖ Durabilidad

De acuerdo con el Comité ACI 201 (2001), la durabilidad del concreto se define como su habilidad para soportar diversos factores de deterioro, tales como el intemperismo, ataques de naturaleza química, abrasión y otros procesos que puedan afectar su integridad. Un concreto duradero es aquel que mantiene su forma, calidad y funcionalidad estructural bajo condiciones ambientales adversas a lo largo del tiempo. La capacidad de resistir estos factores asegura que el concreto conserve su integridad y características esenciales durante su vida útil, garantizando la estabilidad y seguridad estructural de la construcción en la que se emplea (Rodríguez, 2021)

❖ Resistencia

La resistencia del concreto es una de sus propiedades mecánicas fundamentales, ya que determina la capacidad del material para soportar cargas aplicadas sin experimentar deformaciones excesivas ni fallas estructurales. Esta propiedad es esencial para asegurar que el concreto cumpla con los requisitos de seguridad y funcionalidad a lo largo de la vida útil de la estructura. La resistencia del concreto es influenciada por varios factores, entre los que destacan la calidad y proporción de sus componentes (cemento, agua, agregados), el proceso de curado y la edad de la mezcla (Tuco, 2022).

1. Resistencia a Compresión:

La resistencia a compresión es la principal característica mecánica del concreto y es, en gran medida, el parámetro de diseño en aplicaciones estructurales. Se define como la capacidad del concreto para soportar una carga de compresión por unidad de área antes

de fallar, y se expresa comúnmente en unidades de kg/cm^2 o MPa. Este tipo de resistencia es crucial en aplicaciones donde el concreto debe soportar cargas importantes, como en columnas, losas y cimentaciones. El ensayo se realiza normalmente en cilindros o cubos de concreto bajo condiciones de carga controladas para determinar la capacidad de carga del material (Revilla, 2024).

La resistencia compresiva del concreto se especifica mediante la "fuerza característica", conocida como " f'_c ". Este valor representa la resistencia a compresión esperada del concreto tras un periodo de curado de 28 días, el cual es considerado el tiempo estándar para evaluar el concreto en su fase madura. La " f'_c " se expresa en términos de resistencia promedio y se calcula bajo condiciones ideales de laboratorio, permitiendo una estimación fiable de cómo se comportará el concreto en condiciones de carga reales. Este parámetro es fundamental en el diseño estructural, ya que garantiza que el concreto cumple con los niveles de resistencia y durabilidad requeridos para soportar las cargas específicas de cada proyecto (Tuco, 2022).

Factores que afectan:

- **Proporción Agua/Cemento:** La relación entre el a/c en la mezcla influye de forma directa en la resistencia del concreto. Una menor relación A/C aumenta la resistencia, ya que produce una estructura más densa y menos porosa. Sin embargo, una relación demasiado baja puede reducir la trabajabilidad del concreto, dificultando su colocación.
- **Calidad de los Materiales:** La calidad del cemento, agregados y agua impacta la resistencia final del concreto. Cementos de alta calidad y agregados limpios y bien seleccionados contribuyen a una mezcla más resistente. Los agregados deben estar libres de materiales contaminantes que puedan debilitar la estructura.
- **Curado del Concreto:** El proceso de curado permite que el concreto mantenga una cantidad adecuada de humedad durante los primeros días después del fraguado, facilitando la hidratación del cemento. Un curado adecuado es esencial para alcanzar la resistencia máxima, ya que una pérdida de humedad prematura puede reducir la resistencia y generar fisuras.



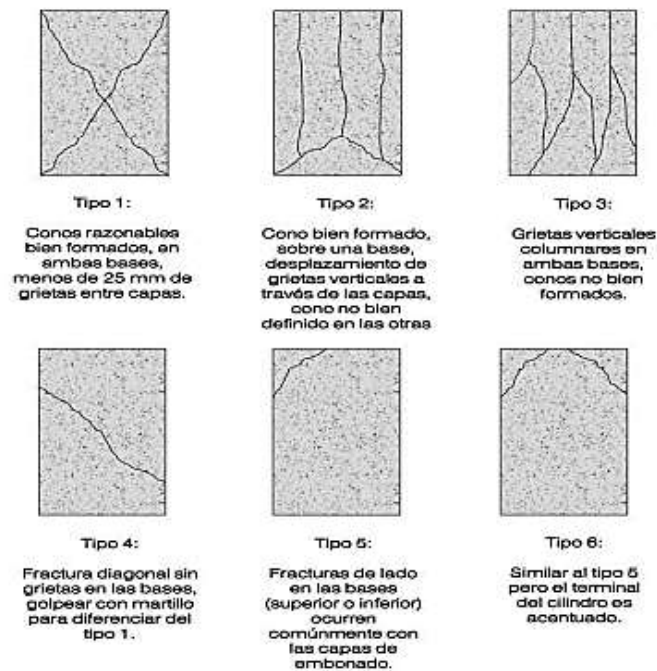
- **Edad del Concreto:** La resistencia aumenta con el tiempo a medida que continúa el proceso de hidratación. Aunque el estándar de evaluación de la "f'c" se establece a los 28 días, el concreto sigue ganando resistencia posteriormente, aunque a un ritmo menor.
- **Condiciones Ambientales:** La temperatura y humedad del ambiente afectan la ganancia de resistencia del concreto. En climas cálidos, el concreto puede perder humedad rápidamente, afectando el proceso de curado. En climas fríos, se puede reducir el proceso de hidratación, lo cual puede ser compensado mediante técnicas de protección térmica.

El ensayo de resistencia a compresión del concreto se realiza mediante la aplicación de una carga de compresión en probetas cilíndricas o cúbicas bajo condiciones de laboratorio. Las probetas se preparan y curan durante 28 días, y luego se colocan en una máquina de compresión, donde se aplica una carga incremental hasta que la muestra falla. La resistencia a compresión se calcula dividiendo la carga máxima soportada por el área de la sección transversal de la probeta (Revilla, 2024).

La resistencia a compresión es la base para diseñar elementos estructurales de concreto, ya que proporciona una medida confiable del comportamiento del material bajo cargas de compresión. Los ingenieros utilizan el valor de "f'c" como criterio de diseño para definir el espesor y la forma de los elementos estructurales, asegurando que el concreto tenga la capacidad de soportar las cargas sin fallar. La "f'c" es especialmente importante en elementos sometidos a cargas verticales, como columnas y muros de carga, donde una resistencia adecuada garantiza la seguridad estructural y la durabilidad de la construcción.

Figura 3

Fallas de roturas compresivas



2. Resistencia a flexión del concreto:

La resistencia a flexión del concreto, también conocida como módulo de rotura, es una propiedad que mide la capacidad del concreto para resistir fuerzas de tracción indirectas, especialmente bajo cargas de flexión. Este valor es esencial para comprender el comportamiento del concreto en elementos estructurales sometidos a esfuerzos de flexión, como vigas, losas y pavimentos no reforzados. La resistencia a flexión es particularmente relevante en aplicaciones donde el concreto no se encuentra reforzado con acero, ya que en estos casos el concreto depende exclusivamente de su integridad interna para soportar las fuerzas de tracción y flexión (Revilla, 2024).

La resistencia a flexión es crucial para el diseño y desempeño de elementos que estarán sujetos a momentos flexionales o cargas distribuidas que generan tensiones de tracción en su parte inferior. Aunque el concreto tiene una alta resistencia a compresión, su resistencia a tracción es limitada, lo que hace que sea vulnerable a fracturarse o agrietarse bajo cargas de flexión. Mediante la medición de la resistencia a flexión, se puede



evaluar la capacidad del concreto para soportar estas cargas sin sufrir fisuras que comprometan la integridad estructural (Fernández & Huaman, 2022).

La resistencia a flexión del concreto se expresa mediante el módulo de rotura (MR), que representa la resistencia máxima que el concreto puede soportar antes de fracturarse bajo flexión. Este valor se determina en laboratorio mediante ensayos que aplican una carga controlada sobre una muestra de concreto hasta que falla. El módulo de rotura se expresa generalmente en unidades de presión, como MPa o psi, y proporciona una medida del comportamiento del concreto bajo flexión, esencial para evaluar su capacidad en aplicaciones estructurales.

Existen métodos estandarizados para medir la resistencia a flexión del concreto, siendo los más comunes el ensayo de ASTM C78 y el ASTM C293. Ambos métodos aplican una carga en vigas de concreto bajo diferentes puntos de apoyo, permitiendo evaluar la resistencia a tracción indirecta.

- ASTM C78 (Carga en los Puntos Tercios): En este ensayo, se coloca una viga de concreto sobre dos soportes y se aplica una carga en dos puntos, situados a un tercio de la longitud de la viga desde cada extremo. Este método distribuye la carga en dos puntos, lo cual simula las condiciones de carga en una viga o losa que soporta peso distribuido. La resistencia a flexión se calcula a partir de la carga máxima soportada y las dimensiones de la viga.
- ASTM C293 (Carga en el Punto Medio): En este método, la carga se aplica en el centro de la viga, lo que genera una mayor concentración de esfuerzos en el punto medio. Este ensayo es menos común que el ASTM C78, pero proporciona una medida de resistencia a flexión en condiciones donde las cargas tienden a concentrarse en un solo punto. La resistencia a flexión se obtiene de forma similar, calculando el módulo de rotura en función de la carga máxima soportada.

Ambos ensayos permiten obtener una medida cuantitativa de la resistencia a tracción indirecta del concreto, evaluando su capacidad para resistir flexión antes de fracturarse.

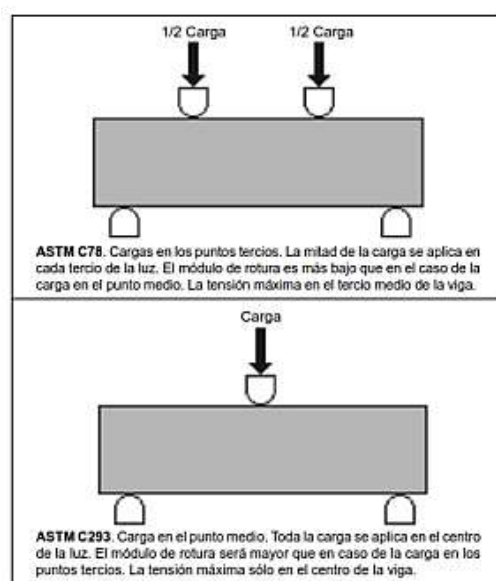
- **Composición de la Mezcla:** La proporción de cemento, agua, y agregados afecta la cohesión interna del concreto y, en consecuencia, su capacidad para soportar tensiones de tracción. Mezclas con menor relación agua/cemento tienden a tener una mayor resistencia a flexión.
- **Calidad y Tamaño de los Agregados:** Agregados de alta calidad y bien distribuidos contribuyen a la resistencia a flexión, ya que reducen la probabilidad de puntos débiles en la mezcla. Agregados grandes pueden dificultar la resistencia a flexión si no están bien distribuidos.
- **Proceso de Curado:** Un curado adecuado es esencial para maximizar la resistencia del concreto, incluida la resistencia a flexión. La falta de curado puede ocasionar una reducción en la cohesión del concreto, disminuyendo su capacidad de soportar fuerzas de tracción indirectas.
- **Edad del Concreto:** La resistencia a flexión del concreto aumenta con el tiempo a medida que continúa el proceso de hidratación del cemento. Aunque el estándar de evaluación suele establecerse a los 28 días, la resistencia a flexión puede seguir mejorando con el tiempo.
- **Condiciones de Exposición y Ambiente:** Factores ambientales, como la exposición a climas extremos, ciclos de congelación y deshielo, o la presencia de sales y otros químicos, pueden debilitar la resistencia a flexión del concreto a lo largo del tiempo, especialmente en estructuras expuestas.

El módulo de rotura es un parámetro crucial en el diseño de pavimentos de concreto, losas y otras estructuras donde el concreto está expuesto a cargas de flexión significativas. En pavimentos, por ejemplo, la resistencia a flexión determina la capacidad de la estructura

para soportar las cargas de tráfico sin agrietarse. En losas y vigas no reforzadas, la resistencia a flexión asegura que el concreto tenga la capacidad de resistir los momentos aplicados sin desarrollar fisuras que comprometan la integridad de la estructura (Villafuerte, 2023).

Figura 4

Flexión



2.3 Marco conceptual

- a. **Asentamiento:** El asentamiento es una medida de la consistencia o trabajabilidad de una mezcla de concreto. Se determina a través del ensayo de asentamiento, en el cual se mide la disminución de altura de una muestra de concreto fresco tras ser moldeada en un cono de Abrams y luego retirado. Este valor indica la facilidad con la que el concreto puede ser colocado y compactado.
- b. **Concreto:** Es un material de construcción compuesto por la mezcla de un aglomerante (generalmente cemento portland), agregados finos (arena), agregados gruesos (grava o piedra triturada), agua y, en algunos casos, aditivos químicos o minerales. Este material, al mezclarse y endurecerse, adquiere propiedades mecánicas como



resistencia a la compresión, durabilidad y versatilidad, lo que lo convierte en uno de los materiales más utilizados en la construcción de estructuras civiles, pavimentos, edificaciones y obras de infraestructura.

- c. Concreto hidráulico:** El concreto hidráulico es un tipo de concreto en el que el fraguado y endurecimiento se producen mediante una reacción química con el agua. Este tipo de concreto se utiliza en obras donde estará en contacto constante con agua o ambientes húmedos, como presas, canales, puentes y muelles.
- d. Propiedades:** Las propiedades de un material son las características que determinan su comportamiento y respuesta frente a diversas condiciones. En el caso del concreto, las propiedades más importantes incluyen resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, trabajabilidad, durabilidad y densidad.
- e. Resistencia compresiva:** Es la capacidad de un material para soportar fuerzas de compresión sin sufrir deformaciones permanentes ni fallar estructuralmente. En el caso del concreto, se refiere a la máxima tensión que puede resistir cuando es sometido a una carga axial de compresión.
- f. Resistencia a flexión:** La resistencia a flexión es la capacidad de un material para resistir fuerzas que tienden a doblarlo o flexionarlo. En el concreto, esta propiedad es crucial en elementos estructurales como vigas y losas, que están sujetas a cargas que generan esfuerzos de flexión.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La Metodología de Investigación es el conjunto sistemático de métodos, técnicas y procedimientos que guía el proceso de indagación científica para la obtención de conocimientos válidos y objetivos sobre un fenómeno. Esta metodología proporciona las herramientas necesarias para formular preguntas de investigación, definir objetivos y seleccionar los métodos adecuados de recolección, análisis e interpretación de datos. El propósito de la metodología de investigación es estructurar un camino ordenado y lógico que permite responder a una pregunta de investigación, comprobar hipótesis o alcanzar una comprensión profunda del objeto de estudio, asegurando que los resultados obtenidos sean confiables, replicables y aplicables en distintos contextos, según los principios de rigor científico (Rodríguez, 2020).

3.1 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación experimental se refiere a la planificación estructurada de un estudio para establecer relaciones de causa y efecto entre variables. En un diseño experimental, el investigador manipula una o más variables independientes (factores) para observar su efecto sobre las variables dependientes (resultados). Este tipo de investigación se realiza en condiciones controladas, lo cual permite minimizar o eliminar la influencia de



factores externos que podrían afectar los resultados. El diseño experimental incluye varios tipos, como el diseño de grupos aleatorios, el diseño de bloques, el diseño factorial, entre otros, que se eligen en función de la pregunta de investigación y los objetivos del estudio. Su propósito es asegurar que las conclusiones obtenidas sean válidas y puedan atribuirse directamente a las variaciones en las variables manipuladas (Villanueva, 2022).

Investigación experimental porque se enfocó en manipular y controlar variables (la incorporación de papel reciclado y caucho triturado) para observar y comparar sus efectos en las propiedades del concreto hidráulico.

3.2 Métodos de la investigación

El método de investigación científico es un proceso sistemático y estructurado que los investigadores siguen para obtener y validar conocimientos. Este método se caracteriza por seguir pasos bien definidos: observación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de datos, y conclusión. A través de estos pasos, el investigador busca responder preguntas específicas y obtener resultados que sean verificables y replicables. Cada fase del método científico es importante y debe ser cuidadosamente planeada para construir un conocimiento sólido y confiable, siempre abierto a revisión y perfeccionamiento (Villanueva, 2022).

Método científico porque siguió un proceso estructurado para generar conocimiento: parte de una pregunta de investigación sobre cómo materiales reciclados afectan las propiedades del concreto, donde se buscó respuestas objetivas y verificables, alineándose con los principios del método científico.



3.3 Nivel y tipo de investigación

3.3.1 *Tipo de la investigación*

“Aplicada” es un tipo de investigación cuyo objetivo principal es resolver problemas específicos y prácticos mediante la aplicación de conocimientos teóricos. A diferencia de la investigación básica, que busca ampliar el conocimiento general sin un propósito práctico inmediato, la investigación aplicada está orientada a generar soluciones que puedan implementarse en contextos reales, como en la industria, la educación, la medicina, o el medio ambiente. En este tipo de investigación, los hallazgos pueden tener un impacto directo e inmediato, lo cual es esencial en disciplinas donde las soluciones prácticas son necesarias para mejorar la calidad de vida, la productividad, o la eficiencia en los procesos (Rodríguez, 2020).

Tipo de investigación aplicada porque busca resolver un problema práctico: mejorar las propiedades del concreto hidráulico mediante la incorporación de materiales reciclados como papel y caucho de llantas.

3.3.2 *Nivel de la investigación*

El nivel de investigación explicativo es el más profundo dentro de la clasificación de los niveles de investigación, ya que no solo se enfoca en describir o relacionar variables, sino en identificar y entender las causas o factores que determinan un fenómeno. El objetivo de este nivel es proporcionar una explicación detallada de por qué ocurren los eventos o comportamientos y cómo se relacionan entre sí las variables en estudio. A través de este enfoque, los investigadores buscan construir teorías o modelos causales sólidos. La investigación explicativa es fundamental en campos donde es importante no solo conocer cómo sucede un fenómeno, sino entender las razones subyacentes, lo cual permite a los investigadores no solo interpretar la realidad, sino también predecir y proponer posibles soluciones basadas en causas identificadas. (Villanueva, 2022).

Nivel de investigación explicativo porque busco no solo describir las propiedades del concreto hidráulico con materiales reciclados, sino entender y explicar cómo y por qué la incorporación de papel y caucho de llantas afecta estas propiedades.

3.4 Población y muestra de la investigación

3.4.1 Población

La población es el conjunto total de individuos, elementos o casos que poseen ciertas cualidades comunes y que son objeto de estudio en una investigación. La población representa a todos los posibles sujetos de los que se podría obtener información para responder a la pregunta de investigación. Una correcta definición de la población en los estudios es esencial para la validez y generalización de los resultados, y para ello se deben considerar factores demográficos, geográficos, temporales y de cualquier otra naturaleza relevante (Iglesias, 2021).

La población está compuesta por todas las mezclas de concreto hidráulico en las que se podrían incorporar papel reciclado y caucho de llantas trituradas como aditivos en distintas proporciones.

3.4.2 Muestra

La muestra de investigación es un subconjunto representativo de la población total que se selecciona para un estudio, con el propósito de hacer inferencias sobre toda la población sin necesidad de observar cada individuo o caso. La muestra permite realizar un estudio más manejable y eficiente en términos de tiempo y recursos, especialmente cuando la población es grande. La importancia de calcular el tamaño de la muestra de manera precisa, considerando el nivel de confianza, el margen de error y la variabilidad de la población. Una muestra bien seleccionada permite que los resultados del estudio sean fiables y válidos, lo cual es esencial para la solidez de la investigación (Castillo et al., 2014).

La muestra está constituida por las mezclas específicas de concreto hidráulico que se ha seleccionado. Estas mezclas incluyen una serie de proporciones definidas de papel reciclado y caucho de llantas trituradas, además de una mezcla de control.

Tabla 3*Muestras*

Descriptiva	Muestras		
	Asentamiento	R. compresiva	R. flexión
MC	3	5	5
1.5% PREC	3	5	5
3% PREC	3	5	5
7% PREC	3	5	5
5% CATR	3	5	5
12% CATR	3	5	5
20% CATR	3	5	5

Mc = Muestra control

PREC = Papel reciclado

CATR = Caucho de llanta triturado

3.5 Técnicas e instrumentos

3.5.1 Técnicas

Son los procedimientos específicos a realizarse que los investigadores utilizan para recolectar, analizar e interpretar datos en un estudio. Estas técnicas permiten estructurar y organizar el proceso de obtención de información de forma que se garantice la validez y la fiabilidad de los resultados. Entre las técnicas más comunes se incluyen encuestas, entrevistas, observación, análisis documental, experimentación y grupos focales. La adecuada selección y aplicación de las técnicas de investigación son esenciales para garantizar que los datos obtenidos sean útiles, relevantes y confiables, lo cual es fundamental para el éxito de cualquier investigación científica (Hadi et al., 2023).

En este estudio, se han empleado y desarrollado las siguientes técnicas:

- Inspección visual.
- Análisis de materiales.

3.5.2 Instrumentos

Los instrumentos de investigación son herramientas específicas que los investigadores emplean para recopilar datos de manera sistemática y precisa. Estos instrumentos son diseñados para captar la información necesaria de acuerdo con los objetivos del estudio y pueden adoptar diversas formas, como cuestionarios, guías de entrevistas, escalas de medición, fichas de observación y registros. La elección de los instrumentos es clave en el proceso de investigación, ya que influye directamente en la calidad de los resultados y en la interpretación de los hallazgos (Hadi et al., 2023).

- Ensayos de laboratorio.
- Registro de datos.

3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

3.6.1 Validación de los instrumentos

La validación de instrumentos es el proceso mediante el cual los investigadores verifican que el instrumento de investigación (como un cuestionario, una escala o una guía de observación) realmente mida lo que pretende medir. La validación asegura la calidad, precisión y relevancia de los datos recolectados, lo cual es fundamental para la solidez de los resultados de una investigación. La importancia de realizar pruebas piloto o ensayos iniciales del instrumento para ajustar cualquier aspecto necesario antes de su aplicación final. En general, un instrumento validado ayuda a asegurar que los datos recogidos sean válidos, es decir, que realmente representen el fenómeno estudiado y contribuyan a la exactitud de los hallazgos del estudio.



3.6.2 *Confiabilidad de instrumentos*

La confiabilidad de los instrumentos es una medida de la consistencia y estabilidad de un instrumento de investigación, lo cual significa que los resultados obtenidos con el instrumento son reproducibles en condiciones similares y no varían significativamente debido a errores aleatorios. Un instrumento es confiable si, al aplicarlo varias veces en las mismas circunstancias, produce resultados consistentes. Un instrumento debe ser confiable para que los datos obtenidos sean útiles y válidos. La confiabilidad es esencial, ya que garantiza que los resultados no se vean afectados por factores externos o variaciones aleatorias, lo cual es crucial para la calidad de la investigación y para poder interpretar los datos con seguridad. Un instrumento que es tanto confiable como válido proporciona una base sólida para la toma de decisiones y la generación de conocimientos en investigación.

3.7 **Procedimiento de recolección de datos**

Para la elaboración del concreto hidráulico, se utilizaron agregados provenientes de la cantera Unocolla, seleccionados cuidadosamente para cumplir con las especificaciones del proyecto. El cemento empleado fue de tipo hidráulico, el cual garantiza una adecuada resistencia y durabilidad en la mezcla final. Antes de realizar el diseño de mezcla, se llevaron a cabo los ensayos de calidad necesarios para evaluar las propiedades de los agregados, incluyendo pruebas de granulometría, humedad y absorción, asegurando así su idoneidad para el concreto hidráulico.

El papel reciclado utilizado como aditivo fue obtenido de hojas bond, que pasaron por un proceso de reciclaje enfocado en su preparación adecuada. Esto incluyó una trituración controlada para obtener tiras de papel bond de 0.5cm*21cm, facilitando su incorporación en la mezcla. En cuanto al caucho triturado, proveniente de llantas, se llevó a cabo un proceso de trituración manual con herramientas (Tijeras de corte pesado),

seguido de un tamizado riguroso para asegurar el tamaño de partícula óptimo, este deberá pasar la malla N° 4. Estos materiales reciclados fueron seleccionados y procesados minuciosamente para evaluar su efecto en la resistencia del concreto, en busca de alternativas sostenibles en la industria de la construcción.

3.7.1 *Ensayos*

❖ Contenido de humedad

Este ensayo de laboratorio se realiza siguiendo las normativas NTP 339.185, ASTM C-566 y MTC E-215. Los equipos y materiales utilizados incluyen un depósito para la muestra, una balanza y un horno.

- Selección de la muestra: Se selecciona una muestra representativa del material a analizar.
- Pesado inicial: La muestra se pesa utilizando la balanza para registrar su peso en estado húmedo.
- Secado en horno: Posteriormente, la muestra se traslada al horno, donde se somete a una temperatura controlada hasta que todo el contenido de humedad se haya evaporado.
- Pesado final: Una vez secada completamente, la muestra se pesa nuevamente para obtener su peso en estado seco.

❖ Análisis granulométrico

El ensayo granulométrico se lleva a cabo bajo la normativa NTP 400.012. Para su realización, se utilizan los siguientes materiales y equipos: balanza, tamices, estufa y los agregados correspondientes.



Fino

Para analizar la granulometría del agregado fino (AF), se emplean los tamices N°4, N°8, N°30, N°50, N°100 y N°200. La muestra de agregado fino se zarandea a través de estos tamices, y luego se pesa el material retenido en cada uno de ellos.

- Determinación del porcentaje retenido acumulado: Se calcula el porcentaje de material retenido en cada tamiz de manera acumulada.
- Determinación del porcentaje que pasa: A partir de un 100% inicial, se va restando el porcentaje de material retenido en cada tamiz para determinar el porcentaje de material que pasa por cada uno.
- Finalmente, con los porcentajes retenidos y los que pasan, se elabora una gráfica de curva granulométrica que permite visualizar la distribución del tamaño de las partículas del agregado fino.

Grueso

Para el análisis granulométrico del agregado grueso (AG), se utilizan los tamices de 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", y #4. La muestra de agregado se zarandea a través de estos tamices, y luego se pesa el material que queda retenido en cada uno de ellos.

- Determinación del porcentaje retenido acumulado: Se calcula el porcentaje de material retenido en cada tamiz de forma acumulada.
- Determinación del porcentaje que pasa: A partir de un 100% inicial, se resta el porcentaje de material retenido en cada tamiz, obteniendo así el porcentaje que pasa por cada uno.
- Finalmente, con los datos de los porcentajes retenidos y los que pasan, se elabora una gráfica de la curva granulométrica, que muestra la distribución del tamaño de las partículas del agregado grueso.

❖ Peso específico y absorción

Fino

Este ensayo se realizó de acuerdo con la normativa NTP 400.022. Los equipos y materiales utilizados incluyeron un recipiente, una balanza y un horno. El procedimiento se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Cuarteo de la muestra: Se utilizó el método del cuarteo para obtener dos muestras de agregado fino, cada una con un peso de 500 g.
- Pesado inicial: Se tomó el peso de cada una de las fiolas vacías y se registraron los datos correspondientes.
- Preparación de la muestra: Cada fiola fue llenada con 500 g de agregado fino y agua, hasta alcanzar la marca de 500 cm³.
- Eliminación de burbujas: Las fiolas se rotaron sobre una superficie plana para eliminar las burbujas de aire atrapadas en el interior. Posteriormente, se dejó reposar el contenido durante una hora.
- Ajuste de nivel de agua: Después del reposo, se completó nuevamente con agua hasta los 500 cm³ y se midió el peso total del agua añadida, con una precisión de 0.1 g.
- Extracción del agua: Con la ayuda de una pipeta, se extrajo el agua de las fiolas y se depositó el material restante en recipientes separados.
- Secado del material: El material se dejó reposar por aproximadamente 15 minutos, tras lo cual se utilizó un chupón para extraer el exceso de agua.
- Secado en horno: Las muestras se llevaron al horno a una temperatura de 110 ±5°C, donde permanecieron durante 24 horas.
- Pesado final: Una vez que las muestras salieron del horno, se pesaron nuevamente y se registraron los datos para realizar los cálculos correspondientes del peso específico y la absorción.



Grueso

Este ensayo se realizó bajo la normativa NTP 400.021, utilizando como equipos principales una balanza y un horno. El procedimiento fue el siguiente:

- **Sumersión de la muestra:** La muestra de agregado grueso fue sumergida en agua durante 24 horas, con un margen de ± 4 horas, a temperatura ambiente.
- **Secado superficial:** Después del período de inmersión, la muestra fue retirada del agua y secada cuidadosamente con un paño grande y absorbente, asegurándose de eliminar cualquier película visible de agua en la superficie.
- **Pesado en estado saturado superficialmente seco (SSS):** La muestra, una vez saturada y superficialmente seca, se colocó en una canastilla para medir su peso, manteniendo una temperatura del agua de $23^{\circ}\text{C} \pm 1.7^{\circ}\text{C}$.
- **Secado en horno:** Posteriormente, la muestra fue colocada en un recipiente y llevada al horno, donde se mantuvo a una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
- **Enfriado y pesado final:** Transcurrido el tiempo de secado en el horno, la muestra fue retirada y se dejó enfriar durante un período de 1 a 3 horas. Una vez enfriada, se procedió a pesar la muestra seca para completar el proceso.

❖ **Asentamiento**

El ensayo de asentamiento es una prueba que permite evaluar la resistencia del concreto a deformarse bajo su propio peso, ofreciendo una medición precisa de su consistencia cuando se emplean determinadas proporciones de cemento y agregados.

- **Preparación del Cono de Abrams:** Para comenzar el ensayo, se utiliza el cono de Abrams, que debe ser llenado con concreto recién mezclado en tres capas de igual volumen. Este procedimiento asegura una distribución homogénea del concreto dentro del molde.

- **Compactación de Cada Capa:** Cada capa de concreto dentro del cono se compacta mediante 25 golpes uniformemente distribuidos con una varilla de punta redondeada. Este paso es crucial para lograr una densidad uniforme y evitar posibles vacíos en el concreto que puedan afectar el resultado del ensayo.
- **Nivelación de la Superficie del Cono:** Al llenar el cono, es importante eliminar el exceso de concreto que sobresale de la parte superior. Esto se hace utilizando la misma varilla, nivelando la superficie para que quede completamente alineada con el borde del cono, lo que permite obtener una medida precisa de asentamiento.
- **Levantamiento del Cono de Abrams:** Una vez nivelado, el cono se levanta con sumo cuidado y de forma vertical en un tiempo aproximado de 5 a 10 segundos, sin inclinarlo, para permitir que el concreto se asiente de forma natural bajo su propio peso.
- **Medición del Asentamiento:** Tras retirar el cono, se coloca invertido junto al concreto asentado. Luego, la varilla compactadora se sitúa horizontalmente sobre el cono invertido, y se mide la distancia vertical entre la parte superior de la masa de concreto y la varilla. Esta distancia representa el valor de asentamiento.
- **Interpretación del Asentamiento:** La distancia medida proporciona información sobre la maleabilidad o trabajabilidad del concreto. Un mayor asentamiento indica que el concreto es más fluido y manejable, ideal para aplicaciones que requieren mayor movilidad del material. Por el contrario, un asentamiento reducido sugiere un concreto más rígido, adecuado para estructuras que necesitan mayor firmeza y estabilidad.

❖ **Elaboración y curado de muestras**

Este protocolo detalla los pasos para la fabricación y curado de muestras de concreto en un entorno controlado de laboratorio, siguiendo criterios específicos en la selección de materiales y condiciones de prueba. El concreto se compacta mediante apisonado o vibración de acuerdo con las normas establecidas para asegurar la calidad y consistencia de los especímenes.

- **Preparación del Molde:** Para el moldeado, se emplea un molde cilíndrico de metal rígido, con dimensiones de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Antes de verter la mezcla de concreto, es esencial aplicar un lubricante en las paredes del molde, lo cual evita que el concreto se adhiera y facilita su extracción posterior, garantizando también la integridad de las muestras.
- **Vertido y Colocación del Concreto en el Molde:** Después de preparar la mezcla de concreto, esta se vierte en el molde en tres capas de igual grosor. Cada capa debe compactarse con una varilla de extremo redondeado, aplicando 25 golpes distribuidos uniformemente en toda la superficie. Es fundamental que la varilla atraviese completamente cada capa para llegar a la capa inmediatamente inferior, garantizando una unión sólida entre ellas y evitando la formación de huecos que puedan comprometer la resistencia del concreto.
- **Nivelación de la Superficie del Concreto:** Al concluir la compactación de la última capa, es posible que se requiera añadir más concreto para llenar el molde completamente. La superficie debe alisarse cuidadosamente con un palustre o regla, dejándola nivelada y homogénea, lo cual es esencial para asegurar resultados precisos en las pruebas.
- **Reposo y Desencofrado de las Muestras:** Después de ser moldeadas, las muestras deben permanecer en reposo en un área protegida, libre de golpes, vibraciones o cualquier tipo de movimiento. Esto permite que el concreto se estabilice antes de proceder con el desencofrado. Al día siguiente, se procede a remover cuidadosamente el molde, garantizando que las muestras no sufran daños.
- **Curado de los Especímenes:** Una vez desencofradas, las muestras se sumergen en un tanque de agua o se colocan en una sala de curado, donde la temperatura se mantiene estrictamente controlada a $23.0^{\circ} \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($73^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{F}$). Este ambiente de curado debe mantenerse desde la preparación de las muestras hasta el ensayo final. Durante las primeras 48 horas, es crucial que el entorno esté libre de vibraciones, y que las muestras no queden expuestas a goteos o corrientes de agua, evitando cualquier posible alteración en la hidratación del cemento.



3.8 Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos es una fase esencial en la investigación donde los datos recolectados se organizan y examinan para obtener conclusiones válidas. Primero, en el procesamiento de datos, se limpian y estructuran los datos para asegurar su precisión, eliminando errores y organizándolos para facilitar su interpretación. Luego, en el análisis de datos, se aplican técnicas estadísticas o cualitativas para identificar patrones y relaciones entre las variables estudiadas. Este proceso permite transformar la información inicial en resultados significativos, contribuyendo así a la comprensión y fundamentación de las conclusiones del estudio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Se presentan los resultados del estudio comparativo de las propiedades del concreto hidráulico con la incorporación de papel reciclado en proporciones del 1.5%, 3% y 7% respecto al peso del cemento, y la adición de caucho proveniente de llantas trituradas como reemplazo del agregado fino en proporciones del 5%, 12% y 20%. Los resultados se muestran en tablas y gráficos, acompañados de un análisis minucioso.

❖ humedad

Tabla 4

Humedad

Descripción	Humedad (%)
Agreg. Fin.	3.22
Agreg. Grue.	2.50

Se observa la cantidad de agua presente en los agregados, donde el agregado fino presenta una humedad de 3.22%, mientras que el agregado grueso tiene un contenido de humedad de 2.50%.

❖ Peso específico y absorción

Tabla 5

Peso específico y absorción

Agregado	P. específico (gr/cm ³)	Absorción (%)
Fino	2.54	4.32
Grueso	2.20	2.80

Se presentan los pesos específicos y las absorciones correspondientes de los agregados finos y gruesos.

❖ Pesos unitarios sueltos y compactado

Tabla 6

Pesos unitarios

Descripción	Pesos Unitarios gr/cm ³	
	PU. Suelto	PU. Compacto
Agreg. Fin.	1.552	1.712
Agreg. Grue.	1.476	1.607

Se presentan los pesos unitarios sueltos y compactados de los agregados finos y gruesos, donde se aprecian variaciones entre ellos.

❖ Análisis granulométrico

Tabla 7

Caracterización granulométrica del agregado grueso

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	24.37	0.70	0.70	99.30
3/4"	19.050	287.56	8.22	8.91	91.09
1/2"	12.700	879.54	25.13	34.04	65.96
3/8"	9.525	914.58	26.13	60.17	39.83
1/4"	6.350	786.54	22.47	82.65	17.35
No4	4.760	607.41	17.35	100.00	0.00
BASE		0.0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		3500	100.0		
% PERDIDA		0.0			

Figura 5

Caracterización granulométrica del agregado grueso

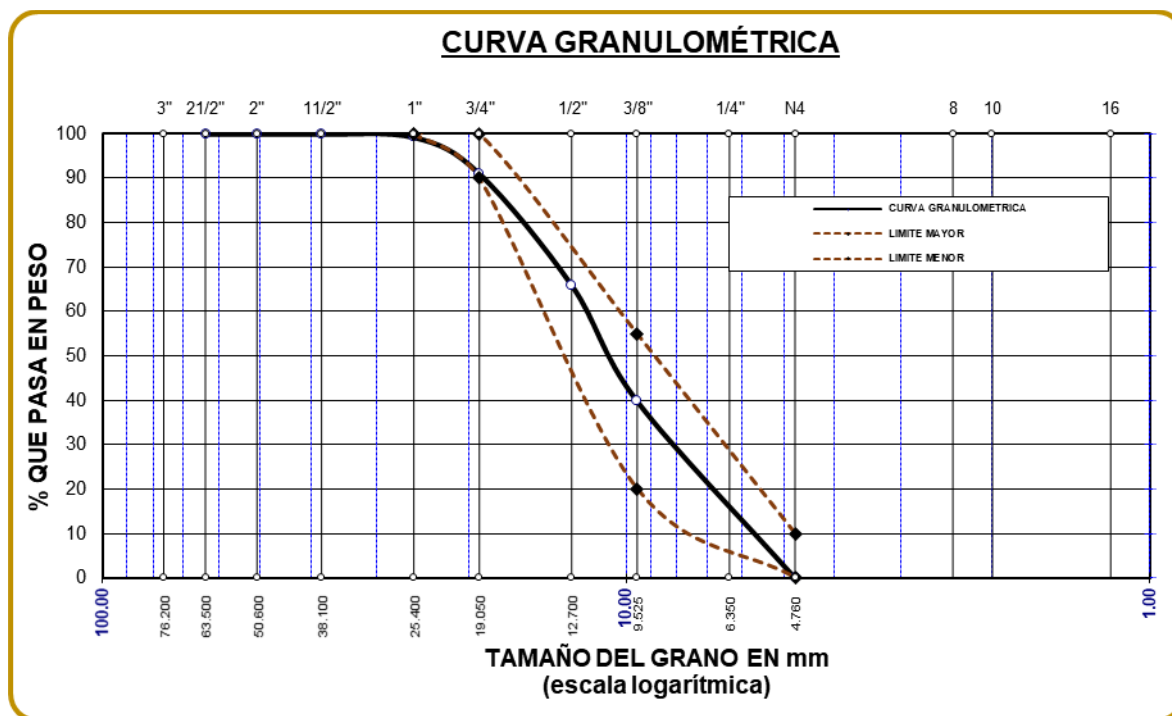


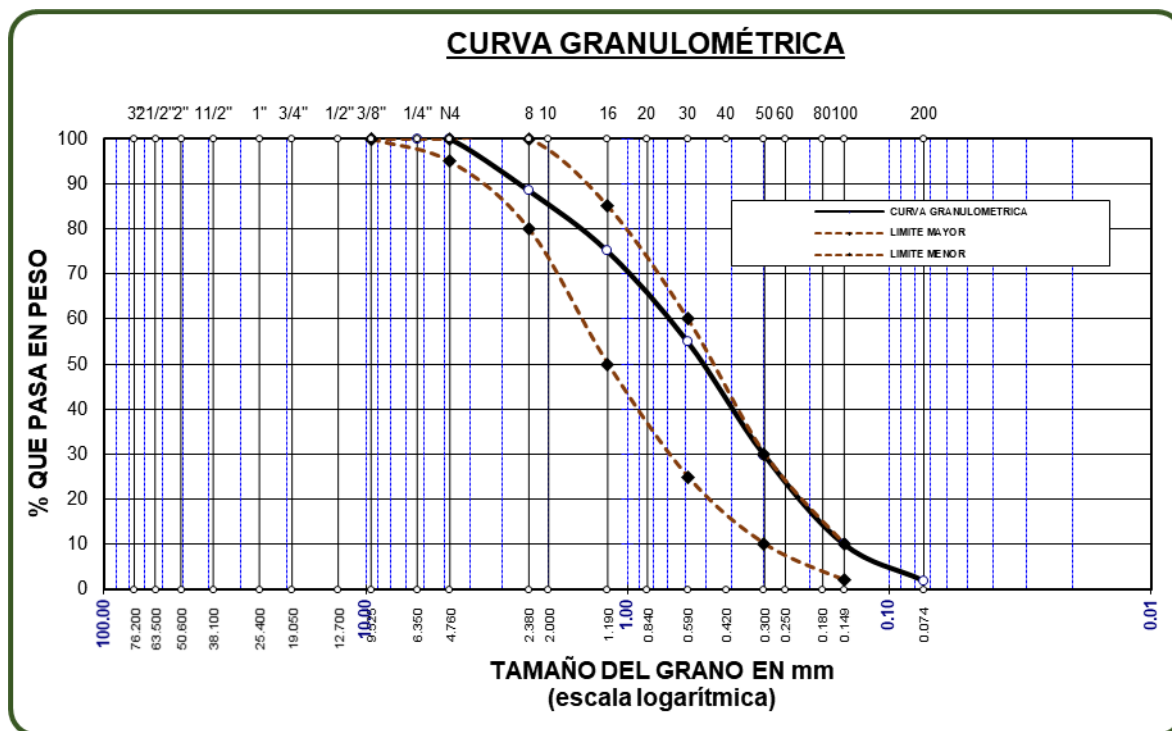
Tabla 8

Caracterización granulométrica del agregado fino

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
No8	2.380	57.26	11.45	11.45	88.55
No16	1.190	67.41	13.48	24.93	75.07
No30	0.590	99.87	19.97	44.91	55.09
No 50	0.300	126.45	25.29	70.20	29.80
No100	0.149	98.67	19.73	89.93	10.07
No200	0.074	40.63	8.13	98.06	1.94
BASE		9.71	1.94	100	0.
TOTAL		500.	100.		
% PERDIDA		1.94			

Figura 6

Caracterización granulométrica del agregado fino





Diseño de mezcla

Para el diseño de mezcla, primero se determina la resistencia promedio requerida del concreto. En este caso, la resistencia promedio se calcula sumando la resistencia especificada, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con el incremento de seguridad de 84 kg/cm^2 , resultando en una resistencia promedio de:

$$f'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Se ha seleccionado un asentamiento entre 3 y 4 pulgadas y un tamaño máximo nominal del agregado (TMN) de 3/4".

Para lograr las propiedades deseadas en la mezcla, se establece un contenido de agua de 205 kg/m^3 y un contenido de aire del 2.00%. Estos valores aseguran la trabajabilidad y la densidad adecuadas para el concreto en las condiciones especificadas.

La relación agua-cemento (a/c) calculada para este diseño es de 0.56. Esta relación es fundamental para lograr la resistencia deseada sin comprometer la durabilidad del concreto.

A partir de la relación agua-cemento y el contenido de agua, se determina el contenido de cemento necesario.

$$a = 205$$

$$a/c = 0.56$$

$$205/c = 0.56$$

$$c = 366.00 \text{ kg/m}^3$$

- ❖ Cálculo del agregado grueso mediante el módulo de fineza:

$$2.60 \dots 0.64$$

$$2.41 \dots b/b_0$$

$$2.80 \dots 0.620$$



$$b/b_0 = 0.659$$

Luego:

$$P_{AG} = b/b_0 \times PUC$$

$$P_{AG} = 0.659 \times 1607$$

$$P_{AG} = 0.828 \text{ kg/m}^3$$

❖ El cálculo de los volúmenes absolutos:

$$\text{V. de agua} = (205) / (1000) = 0.205$$

$$\text{V. de cemento} = (366) / (3.040 \times 1000) = 0.121$$

$$\text{V. de agregado grueso} = (1059) / (2.20 \times 1000) = 0.482$$

$$\text{V. de aire incorporado} = (2) / (100) = 0.020$$

$$\text{V. sub total} = 0.828$$

❖ Cálculo de volumen del agregado fino (V_{AF})

$$V_{AF} = 1.00 - 0.828$$

$$V_{AF} = 0.172 \text{ m}^3$$

Entonces el peso del agregado fino (P_{AF}) será:

$$P_{AF} = 0.172 \times \text{peso específico}$$

$$P_{AF} = 0.172 \times (2.54 \times 1000)$$

$$P_{AF} = 437 \text{ kg/m}^3$$



Tabla 9

Dosificación de materiales para concreto

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO		PROPORCIÓN EN VOLUMEN
	(Kg/m ³)		PESO HÚMEDO
Cemento	366		1.00
Agua	213		0.58
Agreg. Grueso	1085		2.96
Agreg. Fino	451		1.23
Aire	2.0	%	

Tabla 10

Dosificación con papel reciclado

Descripción	Dosificación con Papel reciclado			
	DP	1.5% PREC	3% PREC	7% PREC
Cemento	366	366	366	366
Agua	213	213	213	213
Agreg. Grueso	1085	1085	1085	1085
Agreg. Fino	451	451	451	451
PREC	—	5.49	10.98	25.62

Tabla 11

Dosificación con caucho de llantas trituradas

Descripción	Dosificación con caucho de llantas trituradas			
	DP	5% CATR	12% CATR	20% CATR
Cemento	366	366	366	366
Agua	213	213	213	213
Agreg. Grueso	1085	1085	1085	1085
Agreg. Fino	451	432.7	407.08	377.8
CATR	—	18.3	43.92	73.2



4.1.1 Efecto de la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en el asentamiento

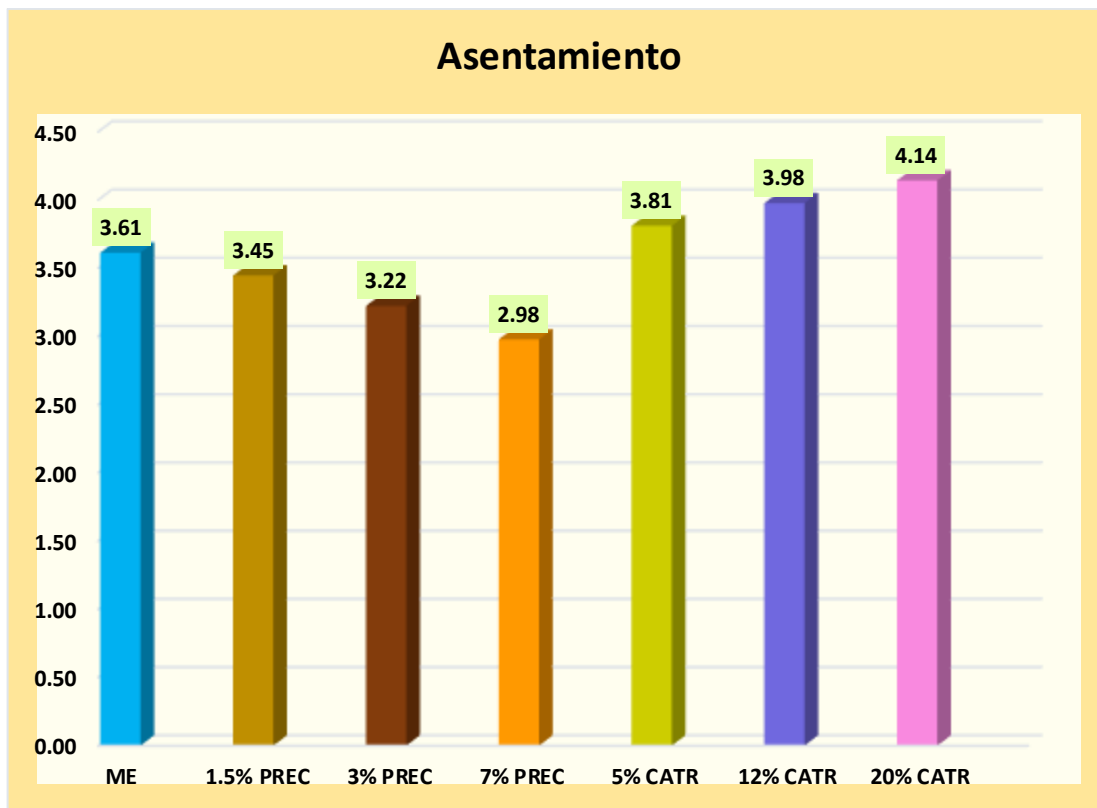
Tabla 12

Asentamiento de las muestras

Descripción	Slump	Promedio	Unidad
ME	3.62	3.61	pulg
	3.57		
	3.65		
1.5% PREC	3.40	3.45	
	3.45		
	3.49		
3% PREC	3.25	3.22	
	3.22		
	3.20		
7% PREC	3.00	2.98	
	2.98		
	2.95		
5% CATR	3.78	3.81	
	3.80		
	3.85		
12% CATR	4.00	3.98	
	3.95		
	3.98		
20% CATR	4.15	4.14	
	4.10		
	4.18		

Figura 7

Asentamiento de las muestras



Se muestra los valores de asentamiento (Slump) para diversas mezclas de concreto hidráulico con incorporaciones controladas de papel reciclado (PREC) y caucho de llanta triturada (CATR), medidos en pulgadas. La mezcla estándar (ME) presenta un asentamiento promedio de 3.61 pulgadas. A medida que se incorpora papel reciclado en porcentajes crecientes (1.5%, 3%, y 7%), el asentamiento disminuye progresivamente de 3.45 a 2.98 pulgadas, indicando una reducción en la trabajabilidad. Por otro lado, la incorporación de caucho triturado en porcentajes de 5%, 12%, y 20% muestra un efecto inverso, incrementando el asentamiento promedio de 3.81 a 4.14 pulgadas, lo que sugiere una mayor fluidez en la mezcla. Estos resultados destacan el impacto de cada tipo de aditivo en la consistencia del concreto, brindando información útil para la formulación de mezclas sustentables.

4.1.2 Efecto de la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la resistencia a compresión

❖ Rotura 7 días

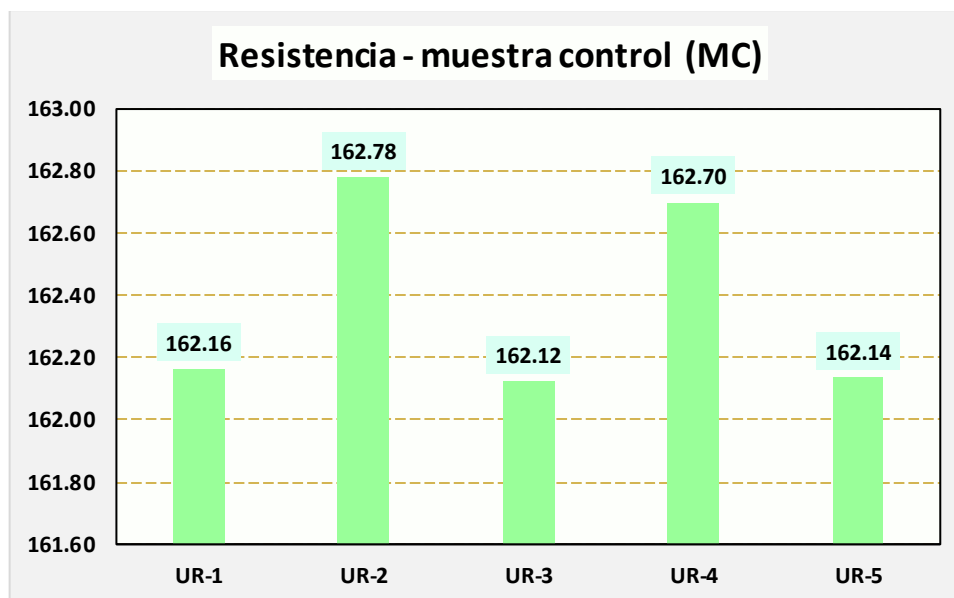
Tabla 13

Rotura compresiva de la muestra control

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	7	U.R.-1	28695	162.16	77.22
		U.R.-2	28689	162.78	77.51
		U.R.-3	28688	162.12	77.20
		U.R.-4	28675	162.70	77.48
		U.R.-5	28690	162.14	77.21
		PROMEDIO (kg/cm2)			162.38

Figura 8

Rotura compresiva de la muestra control



Se evidencian los resultados detallados del análisis de resistencia compresiva realizada sobre la muestra control a los 7 días de edad, con un diseño de resistencia de 210 kg/cm². En las cinco muestras analizadas (U.R.-1 a U.R.-5), obteniendo una resistencia compresiva promedio de 162.38 kg/cm², lo que representa el 77.32% de la resistencia de diseño.

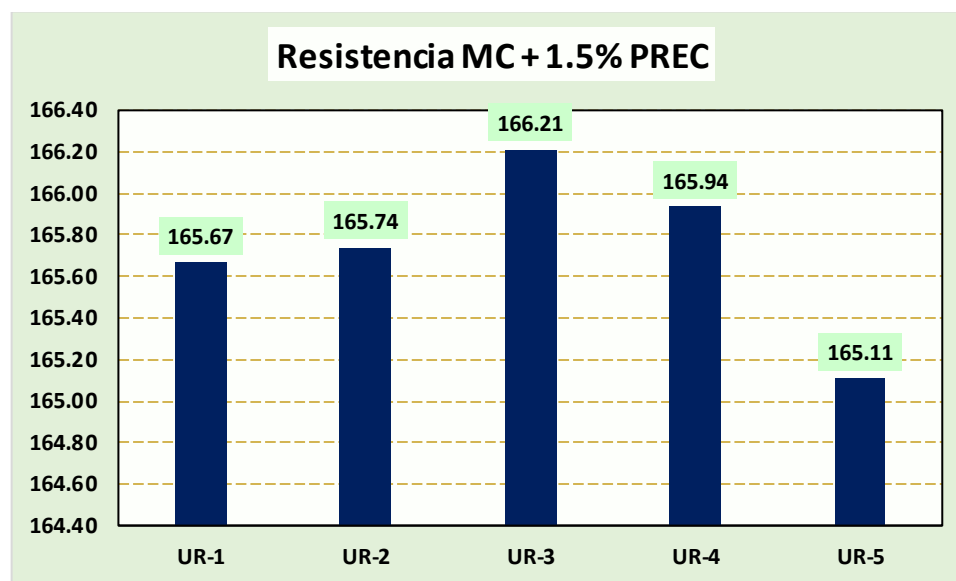
Tabla 14

Rotura compresiva - muestra + 1.5% PREC

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	7	U.R.-1	29315	165.67	78.89
		U.R.-2	29328	165.74	78.92
		U.R.-3	29294	166.21	79.15
		U.R.-4	29245	165.94	79.02
		U.R.-5	29216	165.11	78.62
PROMEDIO (kg/cm2)				165.73	78.92

Figura 9

Rotura compresiva - muestra + 1.5% PREC



Se evidencian los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 1.5% de papel reciclado (PREC) a los 7 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) presentaron una carga promedio de 29260 kg, logrando una resistencia compresiva promedio de 165.73 kg/cm², lo que representa el 78.92% de la resistencia de diseño.

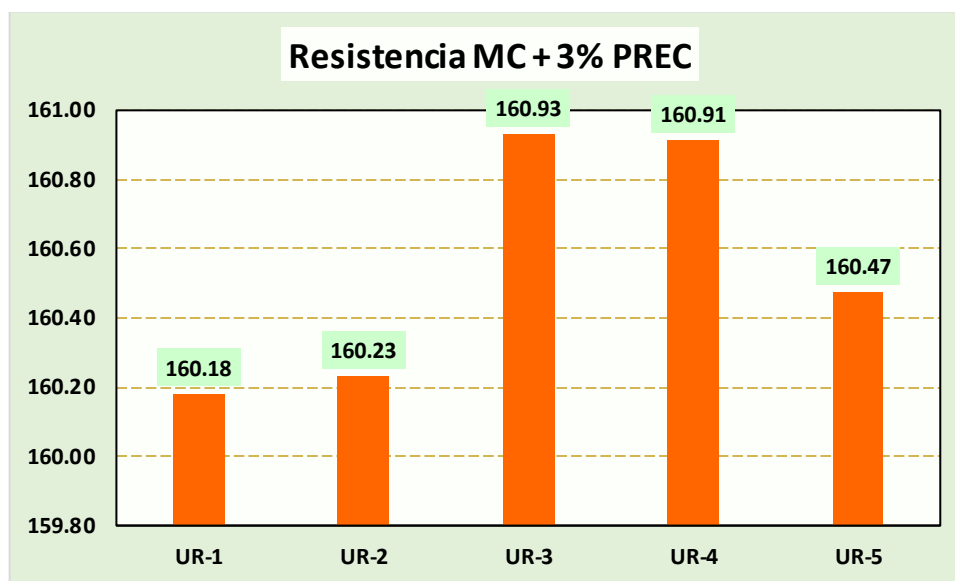
Tabla 15

Rotura compresiva - muestra + 3% PREC

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	7	U.R.-1	28344	160.18	76.28
		U.R.-2	28353	160.23	76.30
		U.R.-3	28363	160.93	76.63
		U.R.-4	28360	160.91	76.63
		U.R.-5	28396	160.47	76.42
PROMEDIO (kg/cm2)				160.55	76.45

Figura 10

Rotura compresiva - muestra + 3% PREC



Se presenta los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 3% de papel reciclado (PREC) a los 7 días, diseñada para una resistencia de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) alcanzaron una carga promedio de 28363 kg, con una resistencia compresiva promedio de 160.55 kg/cm², lo que representa el 76.45% de la resistencia de diseño.

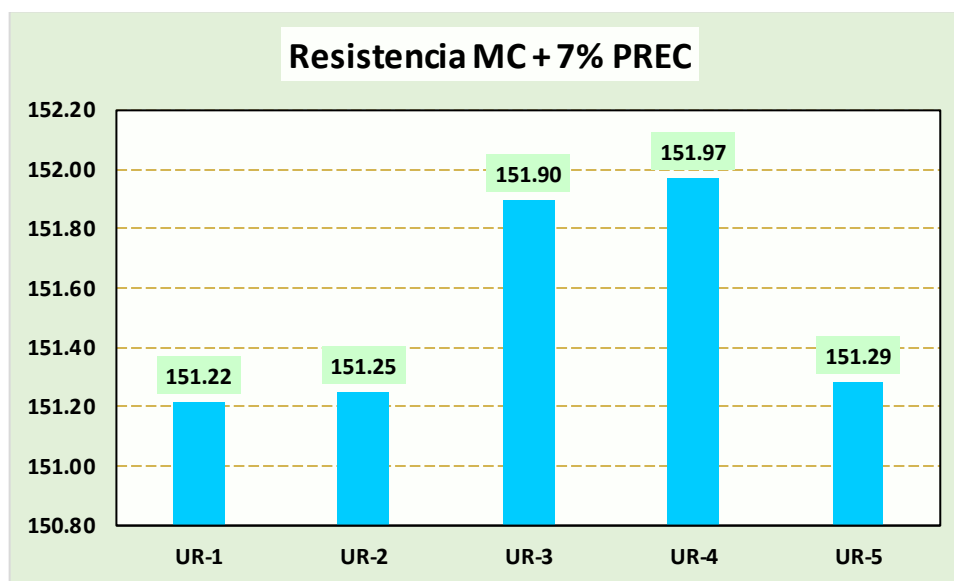
Tabla 16

Rotura compresiva - muestra + 7% PREC

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	7	U.R.-1	26758	151.22	72.01
		U.R.-2	26764	151.25	72.02
		U.R.-3	26771	151.90	72.33
		U.R.-4	26784	151.97	72.37
		U.R.-5	26770	151.29	72.04
PROMEDIO (kg/cm2)				151.52	72.15

Figura 11

Rotura compresiva - muestra + 7% PREC



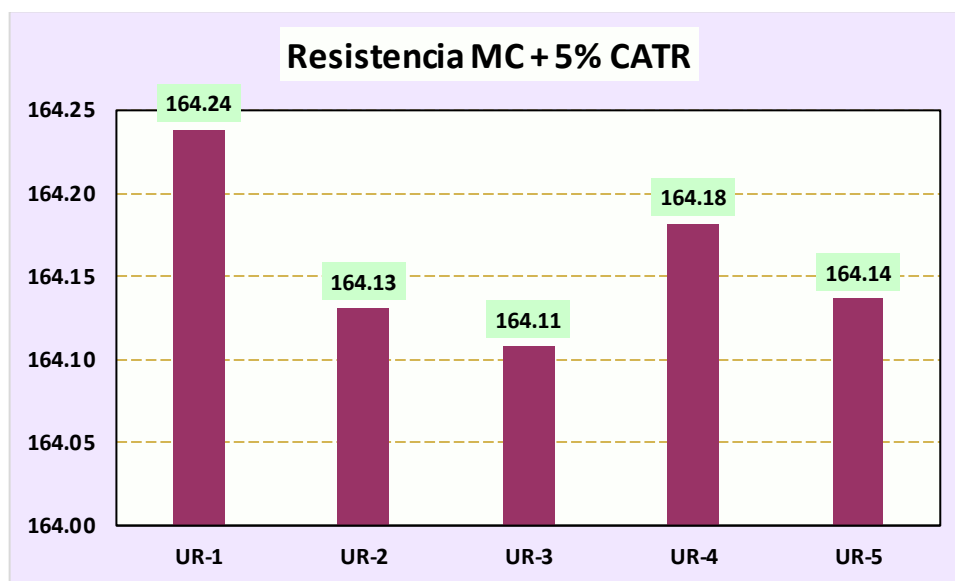
Se evidencian los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 7% de papel reciclado (PREC) a los 7 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) alcanzaron un promedio de carga aplicada de 26769 kg, obteniendo una resistencia compresiva promedio de 151.52 kg/cm², equivalente al 72.15% de la resistencia de diseño.

Tabla 17

Rotura compresiva - muestra + 5% CATR

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm ²	Rotura (%)
210 kg/cm ²	7	U.R.-1	29062	164.24	78.21
		U.R.-2	29043	164.13	78.16
		U.R.-3	29039	164.11	78.15
		U.R.-4	29052	164.18	78.18
		U.R.-5	29044	164.14	78.16
PROMEDIO (kg/cm²)				164.16	78.17

Figura 12

Rotura compresiva - muestra + 5% CATR

Se presenta los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 5% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 7 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) lograron una carga promedio de 29048 kg, alcanzando una resistencia compresiva promedio de 164.16 kg/cm², lo que representa el 78.17% de la resistencia de diseño.

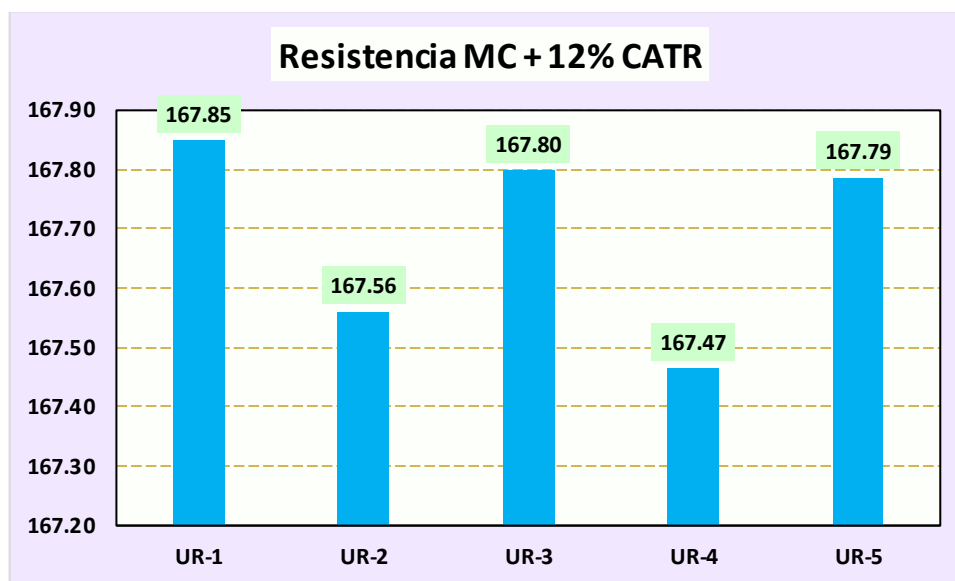
Tabla 18

Rotura compresiva - muestra + 12% CATR

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	7	U.R.-1	29701	167.85	79.93
		U.R.-2	29650	167.56	79.79
		U.R.-3	29692	167.80	79.90
		U.R.-4	29633	167.47	79.75
		U.R.-5	29690	167.79	79.90
PROMEDIO (kg/cm2)				167.69	79.85

Figura 13

Rotura compresiva - muestra + 12% CATR



Se evidencian los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 12% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 7 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) alcanzaron una carga promedio de 29,673 kg, logrando una resistencia compresiva promedio de 167.69 kg/cm², equivalente al 79.85% de la resistencia de diseño.

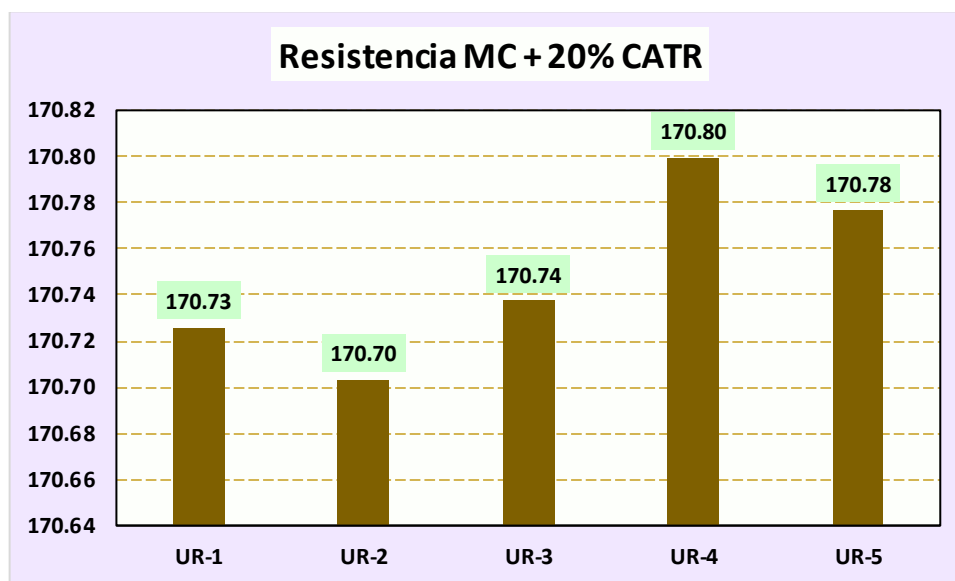
Tabla 19

Rotura compresiva - muestra + 20% CATR

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	7	U.R.-1	30210	170.73	81.30
		U.R.-2	30206	170.70	81.29
		U.R.-3	30212	170.74	81.30
		U.R.-4	30223	170.80	81.33
		U.R.-5	30219	170.78	81.32
PROMEDIO (kg/cm2)				170.75	81.31

Figura 14

Rotura compresiva - muestra + 20% CATR



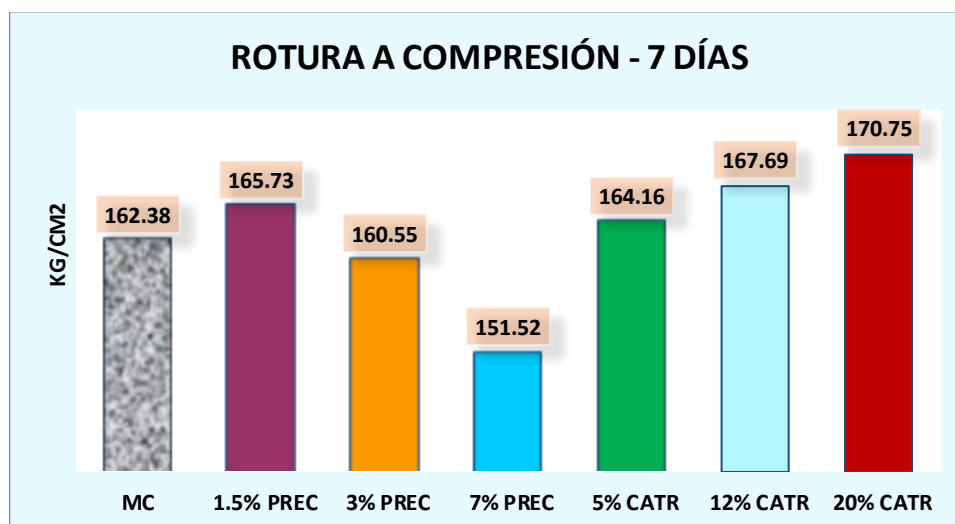
Se evidencian los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 20% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 7 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) lograron una carga promedio de 30,214 kg, alcanzando una resistencia compresiva promedio de 170.75 kg/cm², lo que representa el 81.31% de la resistencia de diseño.

Tabla 20

Rotura compresiva – comparativa 7 días

Descriptiva	7 días
MC	162.38
1.5% PREC	165.73
3% PREC	160.55
7% PREC	151.52
5% CATR	164.16
12% CATR	167.69
20% CATR	170.75

Figura 15

Rotura compresiva – comparativa 7 días

Se presenta una comparación de la rotura compresiva de diferentes muestras de concreto a los 7 días, cada una con distintas incorporaciones de papel reciclado (PREC) y caucho de llanta triturada (CATR). La muestra control (MC) alcanzó una resistencia de 162.38 kg/cm². Con la incorporación de 1.5% de papel reciclado, la resistencia aumentó a 165.73 kg/cm², mientras que con un 3% y un 7% de papel reciclado, disminuyó a 160.55 kg/cm² y 151.52 kg/cm², respectivamente. En cuanto al caucho triturado, las mezclas con 5%, 12%, y 20% lograron resistencias de 164.16, 167.69, y 170.75 kg/cm², respectivamente, mostrando una tendencia de mejora en la resistencia temprana con el aumento del contenido de caucho.

❖ Rotura 14 días

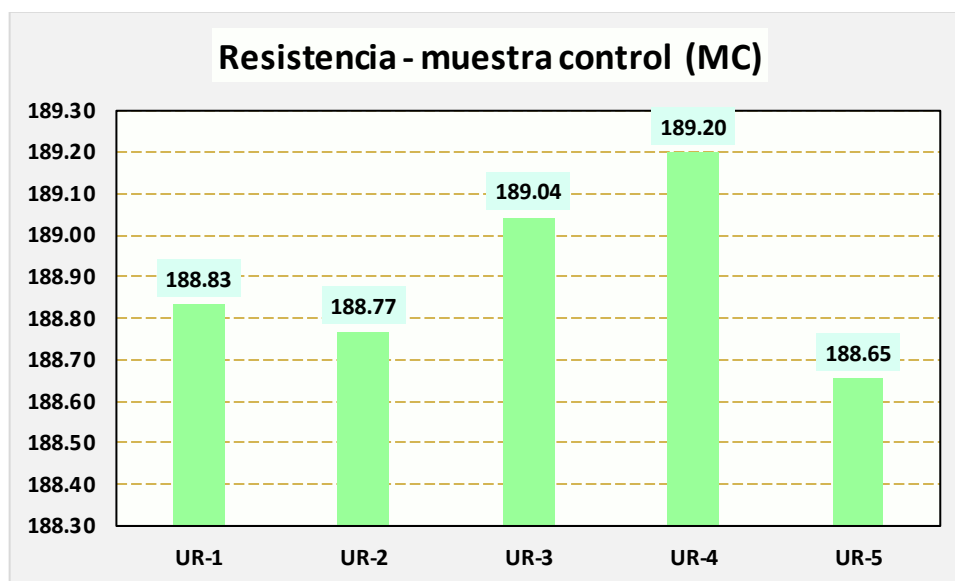
Tabla 21

Rotura compresiva de la muestra control

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	14	U.R.-1	33325	188.83	89.92
		U.R.-2	33358	188.77	89.89
		U.R.-3	33362	189.04	90.02
		U.R.-4	33345	189.20	90.09
		U.R.-5	33338	188.65	89.84
		PROMEDIO (kg/cm2)			188.90

Figura 16

Rotura compresiva de la muestra control



Se presenta los resultados de la rotura compresiva para la muestra control a los 14 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) alcanzaron una carga promedio de 33,345 kg, logrando una resistencia compresiva promedio de 188.90 kg/cm², equivalente al 89.95% de la resistencia de diseño.

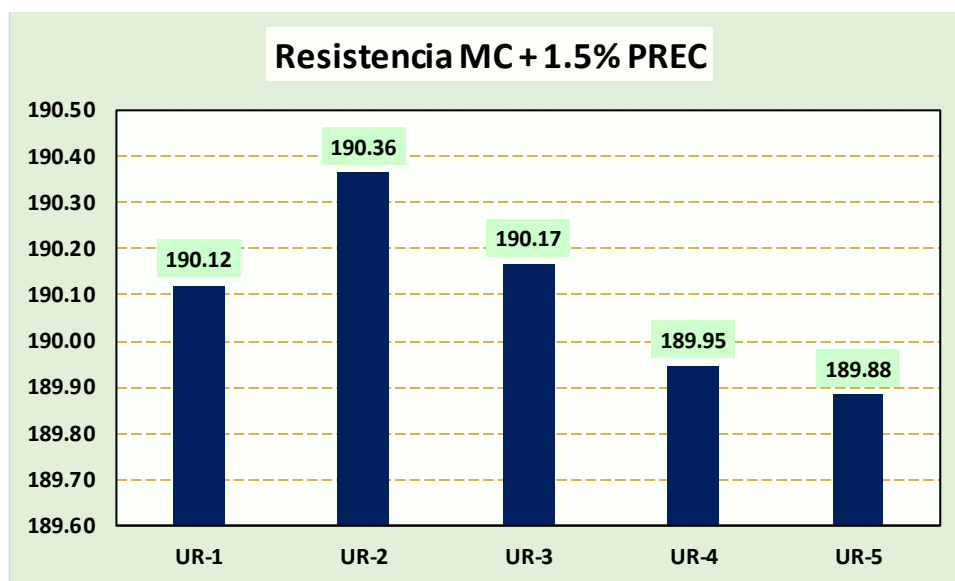
Tabla 22

Rotura compresiva - muestra + 1.5% PREC

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm ²	Rotura (%)
210 kg/cm ²	14	U.R.-1	33642	190.12	90.53
		U.R.-2	33685	190.36	90.65
		U.R.-3	33650	190.17	90.56
		U.R.-4	33611	189.95	90.45
		U.R.-5	33600	189.88	90.42
PROMEDIO (kg/cm²)				190.10	90.52

Figura 17

Rotura compresiva - muestra + 1.5% PREC



Se evidencian los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 1.5% de papel reciclado (PREC) a los 14 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) lograron una carga promedio de 33,618 kg, alcanzando una resistencia compresiva promedio de 190.10 kg/cm², lo que representa el 90.52% de la resistencia de diseño.

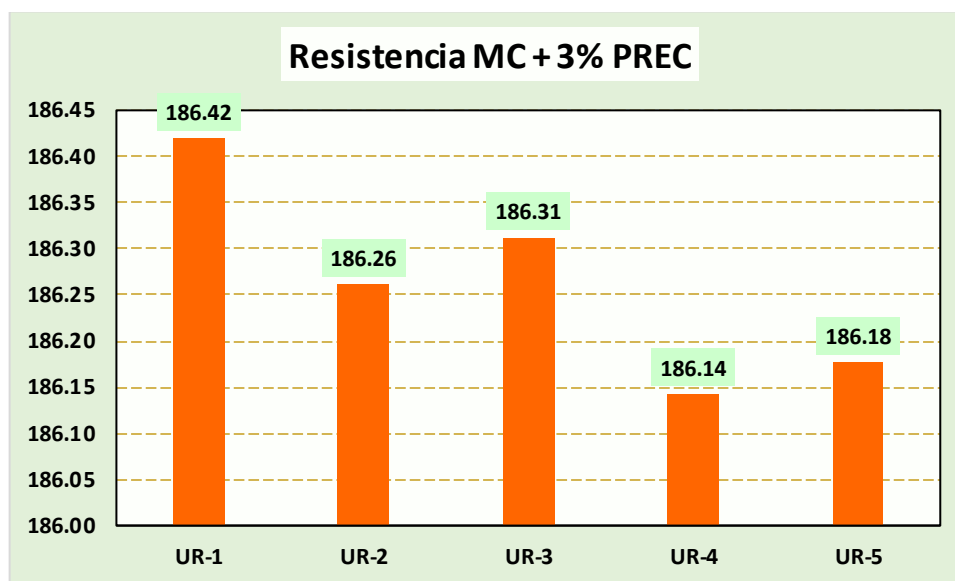
Tabla 23

Rotura compresiva - muestra + 3% PREC

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	14	U.R.-1	32987	186.42	88.77
		U.R.-2	32959	186.26	88.70
		U.R.-3	32968	186.31	88.72
		U.R.-4	32938	186.14	88.64
		U.R.-5	32944	186.18	88.66
PROMEDIO (kg/cm2)				186.26	88.70

Figura 18

Rotura compresiva - muestra + 3% PREC



Se presenta los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 3% de papel reciclado (PREC) a los 14 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) alcanzaron una carga promedio de 32,959 kg, obteniendo una resistencia compresiva promedio de 186.26 kg/cm², lo que representa el 88.70% de la resistencia de diseño.

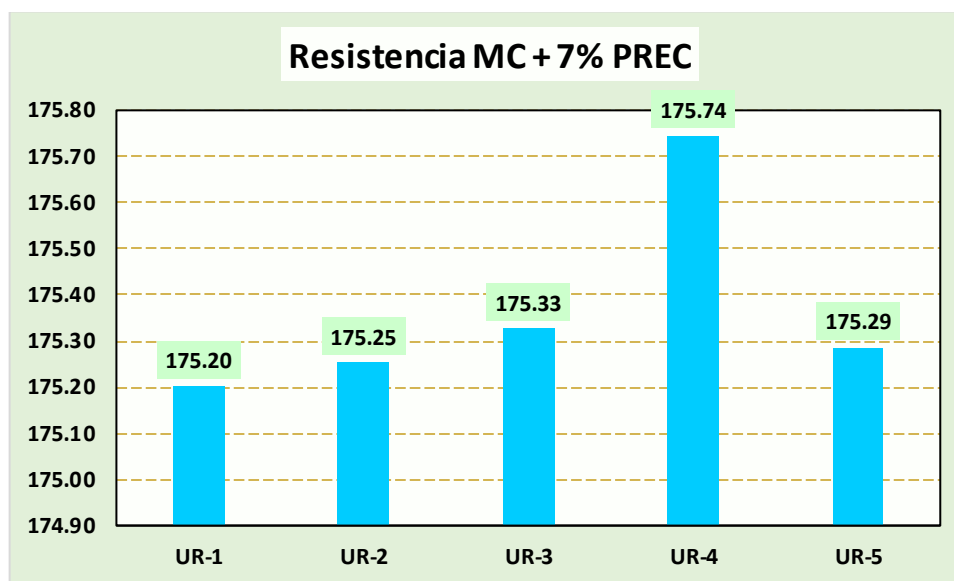
Tabla 24

Rotura compresiva - muestra + 7% PREC

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	14	U.R.-1	31002	175.20	83.43
		U.R.-2	31011	175.25	83.45
		U.R.-3	31024	175.33	83.49
		U.R.-4	31098	175.74	83.69
		U.R.-5	31017	175.29	83.47
PROMEDIO (kg/cm2)				175.36	83.51

Figura 19

Rotura compresiva - muestra + 7% PREC



Se evidencian los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 7% de papel reciclado (PREC) a los 14 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) lograron una carga promedio de 31,030 kg, alcanzando una resistencia compresiva promedio de 175.36 kg/cm², lo que representa el 83.51% de la resistencia de diseño.

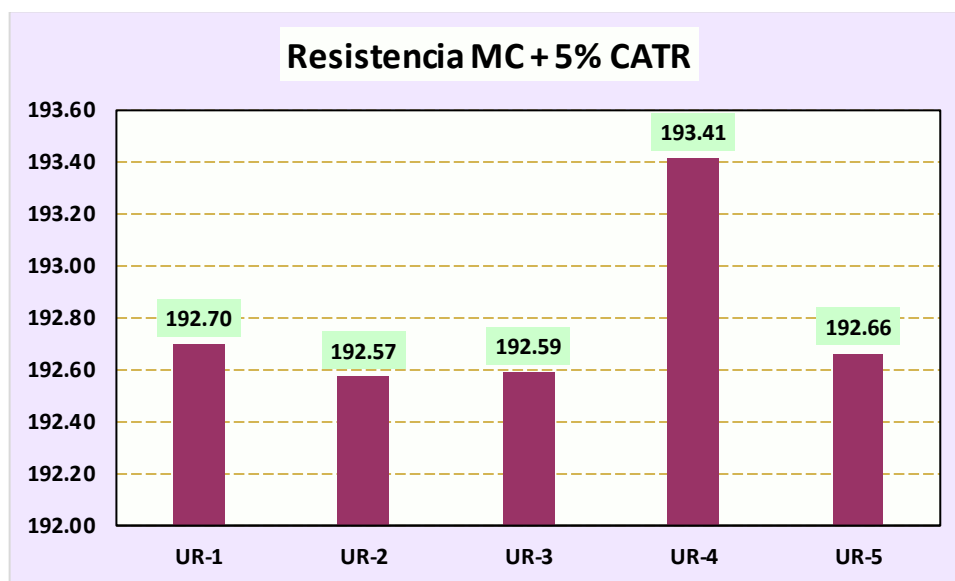
Tabla 25

Rotura compresiva - muestra + 5% CATR

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	14	U.R.-1	34098	192.70	91.76
		U.R.-2	34076	192.57	91.70
		U.R.-3	34079	192.59	91.71
		U.R.-4	34088	193.41	92.10
		U.R.-5	34092	192.66	91.74
PROMEDIO (kg/cm2)				192.79	91.80

Figura 20

Rotura compresiva - muestra + 5% CATR



Se evidencian los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 5% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 14 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) alcanzaron una carga promedio de 34,086 kg, obteniendo una resistencia compresiva promedio de 192.79 kg/cm², lo que representa el 91.80% de la resistencia de diseño.

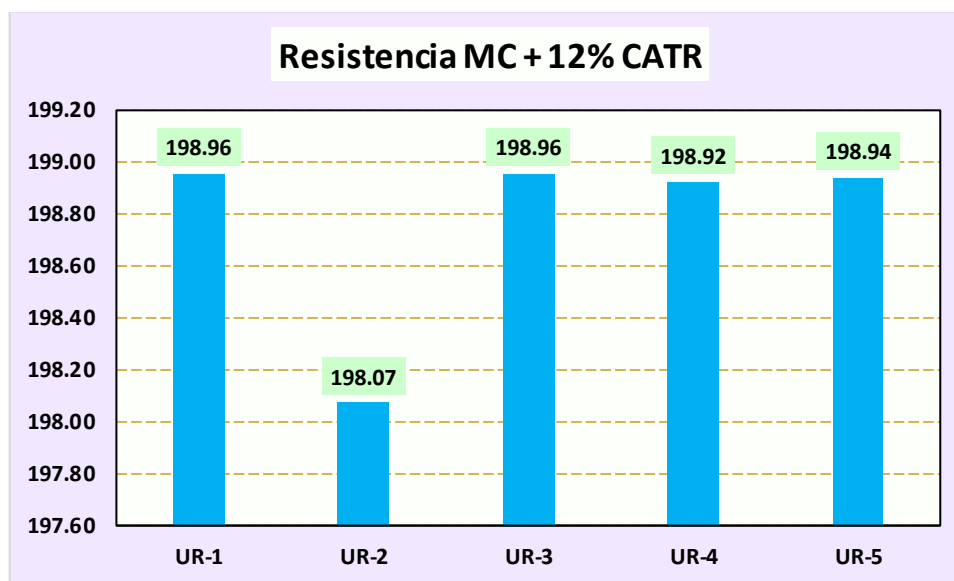
Tabla 26

Rotura compresiva - muestra + 12% CATR

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	14	U.R.-1	35065	198.96	94.74
		U.R.-2	35049	198.07	94.32
		U.R.-3	35065	198.96	94.74
		U.R.-4	35059	198.92	94.73
		U.R.-5	35062	198.94	94.73
PROMEDIO (kg/cm2)				198.77	94.65

Figura 21

Rotura compresiva - muestra + 12% CATR



Se presenta los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 12% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 14 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) lograron una carga promedio de 35,060 kg, alcanzando una resistencia compresiva promedio de 198.77 kg/cm², equivalente al 94.65% de la resistencia de diseño.

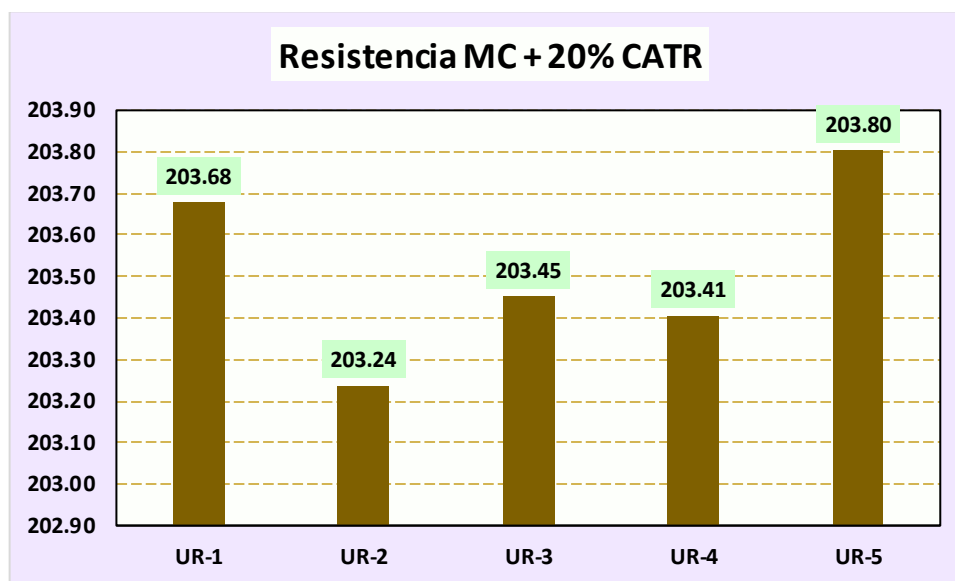
Tabla 27

Rotura compresiva - muestra + 20% CATR

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	14	U.R.-1	35897	203.68	96.99
		U.R.-2	35963	203.24	96.78
		U.R.-3	35857	203.45	96.88
		U.R.-4	35849	203.41	96.86
		U.R.-5	35919	203.80	97.05
PROMEDIO (kg/cm2)				203.52	96.91

Figura 22

Rotura compresiva - muestra + 20% CATR



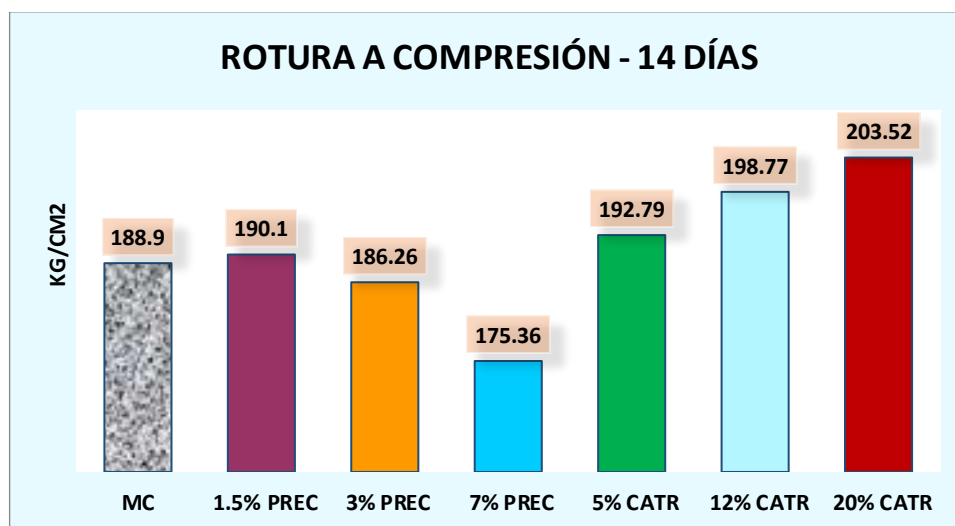
Se evidencian los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 20% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 14 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) alcanzaron una carga promedio de 35,897 kg, logrando una resistencia compresiva promedio de 203.52 kg/cm², lo que representa el 96.91% de la resistencia de diseño.

Tabla 28

Rotura compresiva – comparativa 14 días

Descriptiva	14 días
MC	188.9
1.5% PREC	190.1
3% PREC	186.26
7% PREC	175.36
5% CATR	192.79
12% CATR	198.77
20% CATR	203.52

Figura 23

Rotura compresiva – comparativa 14 días

Se muestra una comparación de la rotura compresiva de distintas muestras de concreto a los 14 días. La muestra control (MC) alcanzó una resistencia de 188.9 kg/cm². Con un 1.5% de papel reciclado (PREC), la resistencia subió ligeramente a 190.1 kg/cm², mientras que con 3% y 7% de papel reciclado, disminuyó a 186.26 kg/cm² y 175.36 kg/cm², respectivamente. Las muestras con caucho de llanta triturada (CATR) mostraron un aumento progresivo en resistencia con mayores porcentajes: 5% CATR alcanzó 192.79 kg/cm², 12% CATR llegó a 198.77 kg/cm², y 20% CATR obtuvo 203.52 kg/cm², evidenciando una mejora significativa en la resistencia con el incremento de caucho triturado en esta etapa.

❖ Rotura 28 días

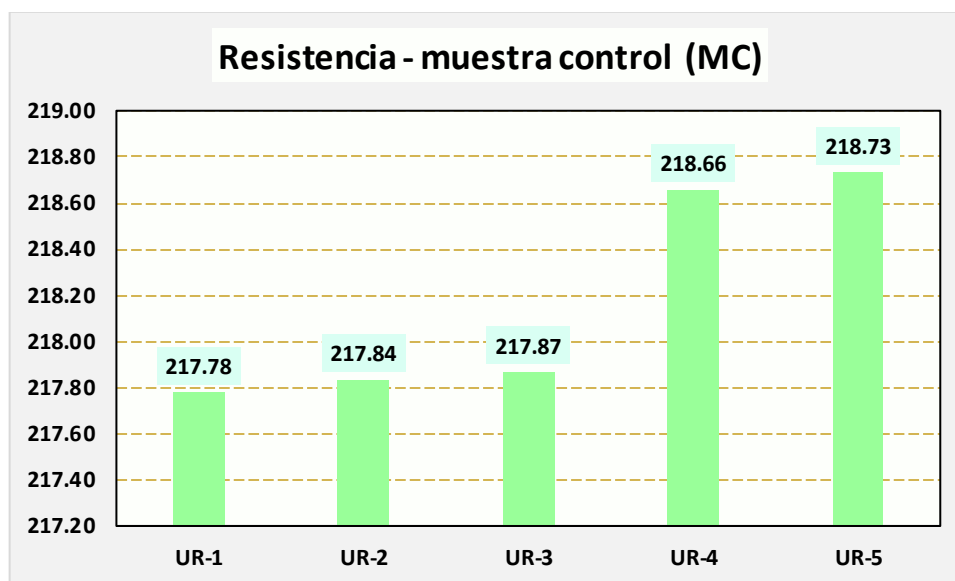
Tabla 29

Rotura compresiva de la muestra control

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	28	U.R.-1	38536	217.78	103.70
		U.R.-2	38546	217.84	103.73
		U.R.-3	38552	217.87	103.75
		U.R.-4	38537	218.66	104.12
		U.R.-5	38550	218.73	104.16
		PROMEDIO (kg/cm2)			218.17

Figura 24

Rotura compresiva de la muestra control



Se presenta los resultados de la rotura compresiva de la muestra control a los 28 días, diseñada para una resistencia de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) alcanzaron una carga promedio de 38,544 kg, logrando una resistencia compresiva promedio de 218.17 kg/cm², lo que representa el 103.89% de la resistencia de diseño.

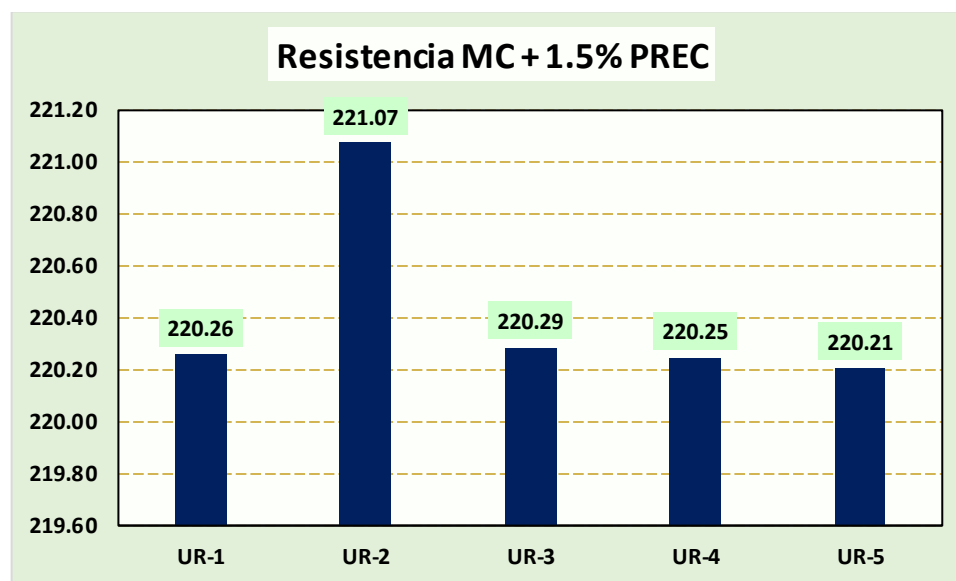
Tabla 30

Rotura compresiva - muestra + 1.5% PREC

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	28	U.R.-1	38975	220.26	104.89
		U.R.-2	38963	221.07	105.27
		U.R.-3	38980	220.29	104.90
		U.R.-4	38973	220.25	104.88
		U.R.-5	38966	220.21	104.86
PROMEDIO (kg/cm2)				220.42	104.96

Figura 25

Rotura compresiva - muestra + 1.5% PREC



Se evidencian los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 1.5% de papel reciclado (PREC) a los 28 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) alcanzaron una carga promedio de 38,971 kg, logrando una resistencia compresiva promedio de 220.42 kg/cm², lo que representa el 104.96% de la resistencia de diseño.

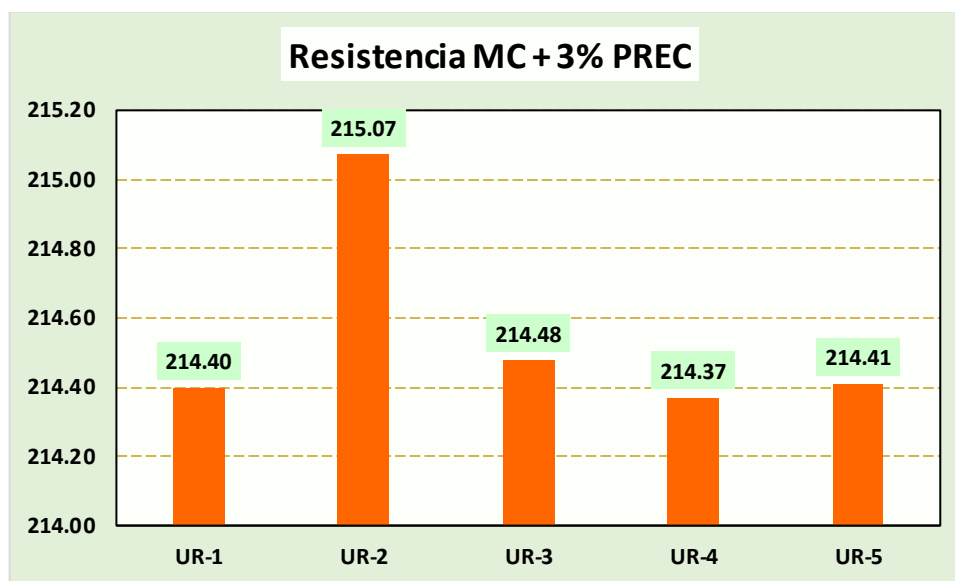
Tabla 31

Rotura compresiva - muestra + 3% PREC

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	28	U.R.-1	37938	214.40	102.09
		U.R.-2	37905	215.07	102.42
		U.R.-3	37952	214.48	102.13
		U.R.-4	37933	214.37	102.08
		U.R.-5	37940	214.41	102.10
PROMEDIO (kg/cm2)				214.55	102.16

Figura 26

Rotura compresiva - muestra + 3% PREC



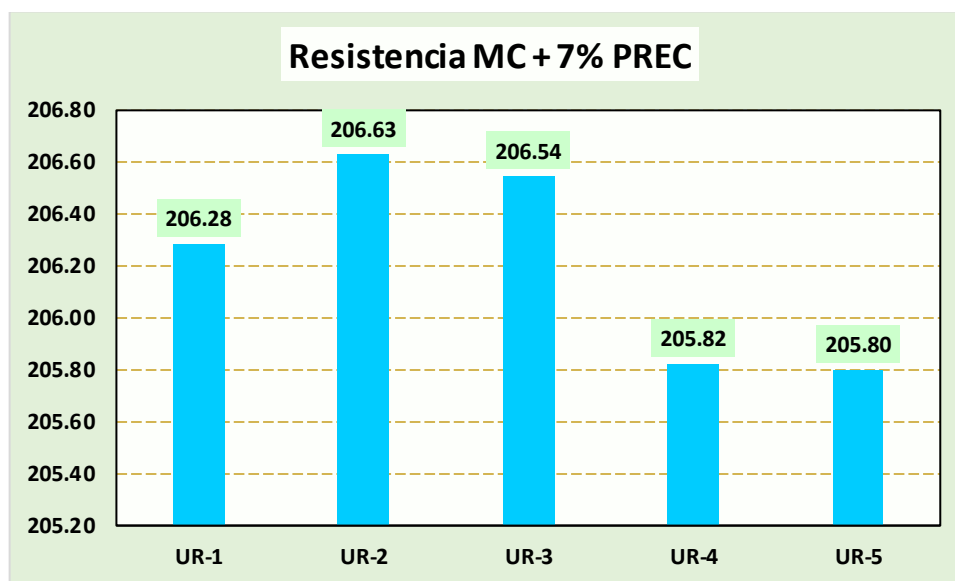
Se evidencian los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 3% de papel reciclado (PREC) a los 28 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) lograron una carga promedio de 37,934 kg, alcanzando una resistencia compresiva promedio de 214.55 kg/cm², lo que representa el 102.16% de la resistencia de diseño.

Tabla 32

Rotura compresiva - muestra + 7% PREC

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm ²	Rotura (%)
210 kg/cm ²	28	U.R.-1	36502	206.28	98.23
		U.R.-2	36417	206.63	98.39
		U.R.-3	36548	206.54	98.35
		U.R.-4	36420	205.82	98.01
		U.R.-5	36416	205.80	98.00
PROMEDIO (kg/cm²)				206.22	98.20

Figura 27

Rotura compresiva - muestra + 7% PREC

Se presenta los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 7% de papel reciclado (PREC) a los 28 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) alcanzaron una carga promedio de 36,461 kg, obteniendo una resistencia compresiva promedio de 206.22 kg/cm², lo que representa el 98.20% de la resistencia de diseño.

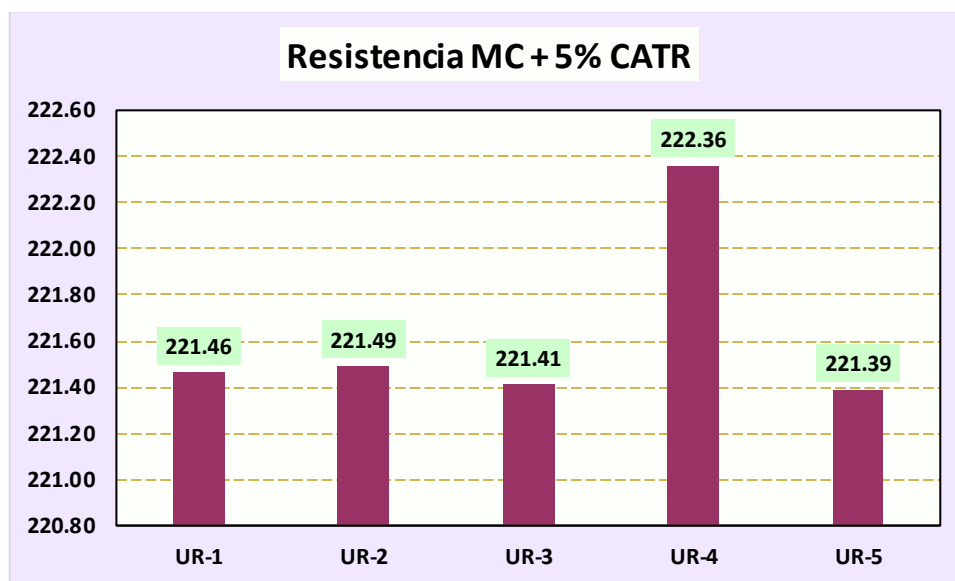
Tabla 33

Rotura compresiva - muestra + 5% CATR

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	28	U.R.-1	39188	221.46	105.46
		U.R.-2	39193	221.49	105.47
		U.R.-3	39179	221.41	105.43
		U.R.-4	39190	222.36	105.89
		U.R.-5	39175	221.39	105.42
PROMEDIO (kg/cm2)				221.62	105.54

Figura 28

Rotura compresiva - muestra + 5% CATR



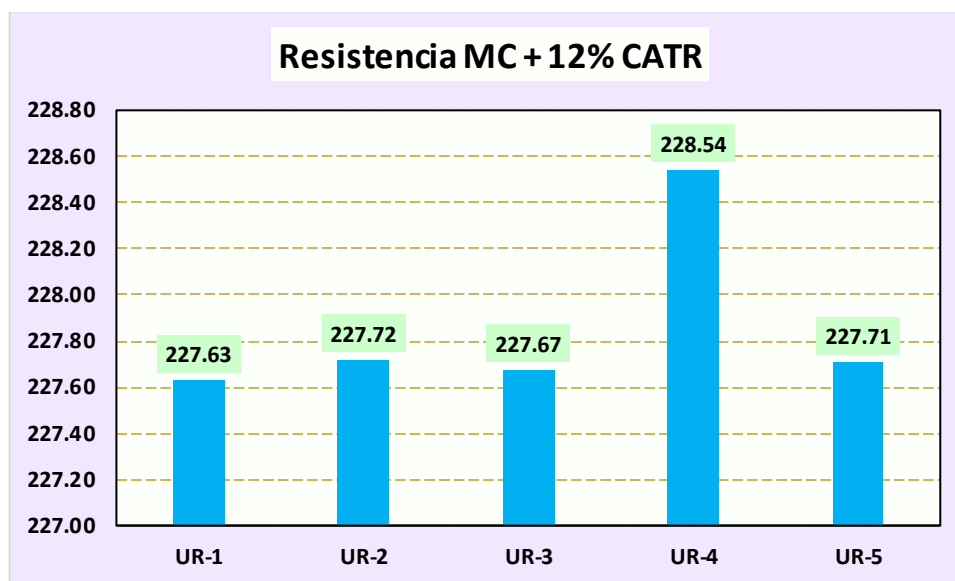
Se evidencian los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 5% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 28 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) lograron una carga promedio de 39,183 kg, alcanzando una resistencia compresiva promedio de 221.62 kg/cm², lo que representa el 105.54% de la resistencia de diseño.

Tabla 34

Rotura compresiva - muestra + 12% CATR

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm ²	Rotura (%)
210 kg/cm ²	28	U.R.-1	40279	227.63	108.39
		U.R.-2	40295	227.72	108.44
		U.R.-3	40287	227.67	108.42
		U.R.-4	40279	228.54	108.83
		U.R.-5	40293	227.71	108.43
PROMEDIO (kg/cm²)				227.85	108.50

Figura 29

Rotura compresiva - muestra + 12% CATR

Se presenta los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 12% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 28 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) alcanzaron una carga promedio de 40,283 kg, logrando una resistencia compresiva promedio de 227.85 kg/cm², lo que representa el 108.50% de la resistencia de diseño.

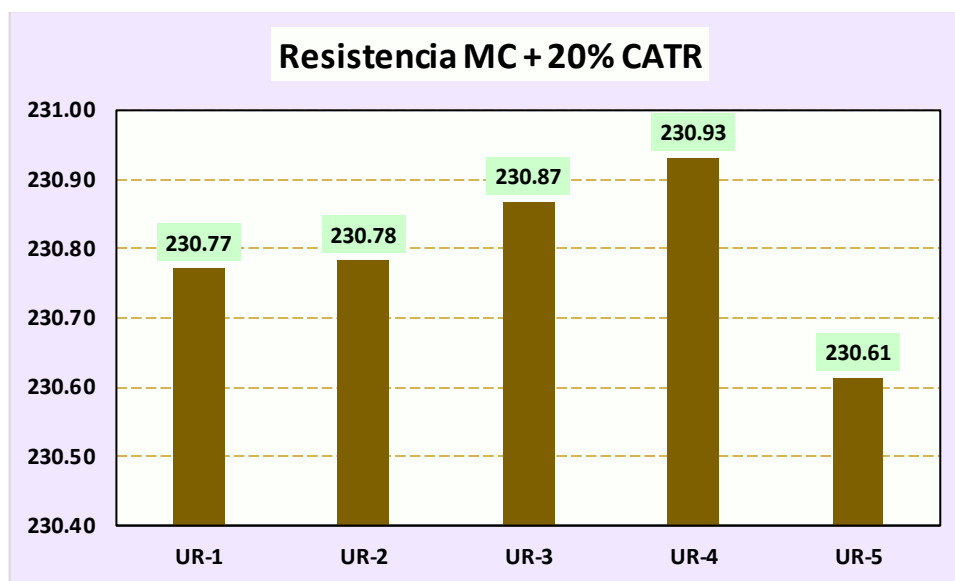
Tabla 35

Rotura compresiva - muestra + 20% CATR

F'c	Días	Muestra	Aplicación de carga(kg)	Rotura kg/cm2	Rotura (%)
210 kg/cm2	28	U.R.-1	40835	230.77	109.89
		U.R.-2	40837	230.78	109.90
		U.R.-3	40852	230.87	109.94
		U.R.-4	40700	230.93	109.97
		U.R.-5	40807	230.61	109.82
PROMEDIO (kg/cm2)				230.79	109.90

Figura 30

Rotura compresiva - muestra + 20% CATR



Se evidencian los resultados de la rotura compresiva para la muestra con un 20% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 28 días, con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) lograron una carga promedio de 40,826 kg, alcanzando una resistencia compresiva promedio de 230.79 kg/cm², lo que representa el 109.90% de la resistencia de diseño.

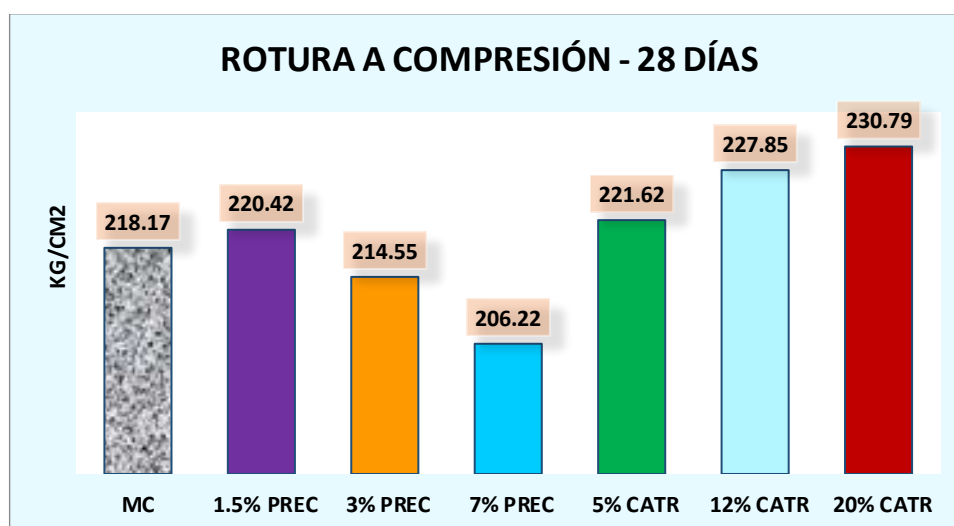
Tabla 36

Rotura compresiva – comparativa 28 días

Descriptiva	28 días
MC	218.17
1.5% PREC	220.42
3% PREC	214.55
7% PREC	206.22
5% CATR	221.62
12% CATR	227.85
20% CATR	230.79

Figura 31

Rotura compresiva – comparativa 28 días



Se presenta una comparación de la rotura compresiva de distintas muestras de concreto a los 28 días. La muestra control (MC) alcanzó una resistencia de 218.17 kg/cm². Con la adición de 1.5% de papel reciclado (PREC), la resistencia aumentó ligeramente a 220.42 kg/cm², mientras que con 3% y 7% de papel reciclado, disminuyó a 214.55 kg/cm² y 206.22 kg/cm², respectivamente. Las muestras con caucho de llanta triturada (CATR) mostraron un incremento continuo en resistencia con porcentajes mayores: 5% CATR alcanzó 221.62 kg/cm², 12% CATR llegó a 227.85 kg/cm², y 20% CATR obtuvo 230.79 kg/cm².

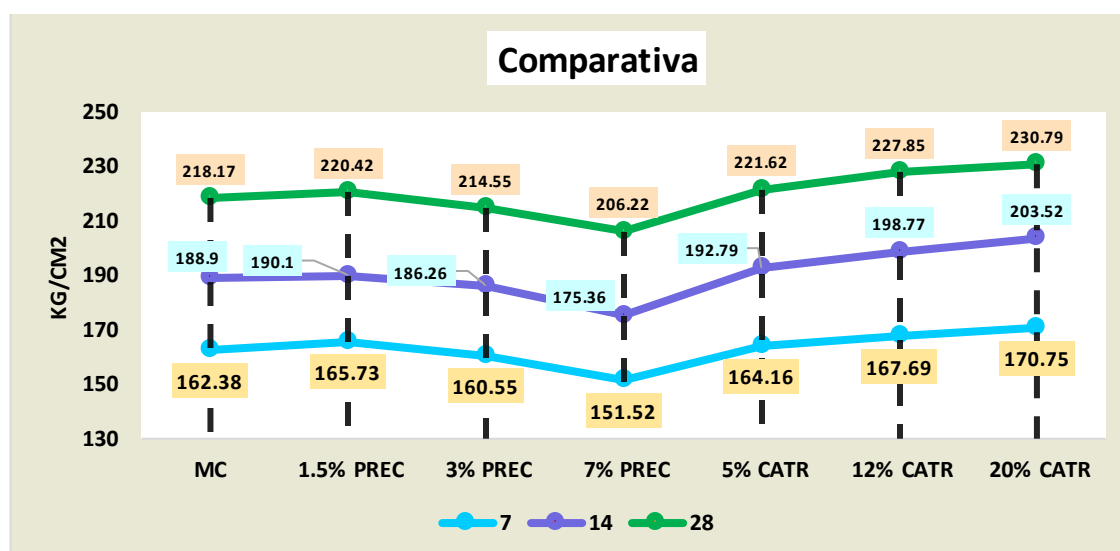
Tabla 37

Rotura compresiva – comparativa final

Rotura compresiva-comparativa final			
Descriptiva	7	14	28
MC	162.38	188.9	218.17
1.5% PREC	165.73	190.1	220.42
3% PREC	160.55	186.26	214.55
7% PREC	151.52	175.36	206.22
5% CATR	164.16	192.79	221.62
12% CATR	167.69	198.77	227.85
20% CATR	170.75	203.52	230.79

Figura 32

Rotura compresiva – comparativa final



Se presenta los resultados de resistencia a la compresión de diferentes muestras de concreto hidráulico a los 7, 14 y 28 días, incluyendo una muestra de control (MC). A los 28 días, la muestra de control alcanzó una resistencia de 218.17 kg/cm², superando la resistencia de diseño de 210 kg/cm². Las muestras con papel reciclado mostraron una mejora en la resistencia con adiciones de 1.5% y 3%, mientras que con un 7% de PREC se observó una disminución. Por otro lado, las muestras con caucho triturado evidenciaron un incremento en la resistencia conforme aumentaba el porcentaje de caucho, alcanzando un valor máximo de 230.79 kg/cm² en la muestra con 20% de CATR.

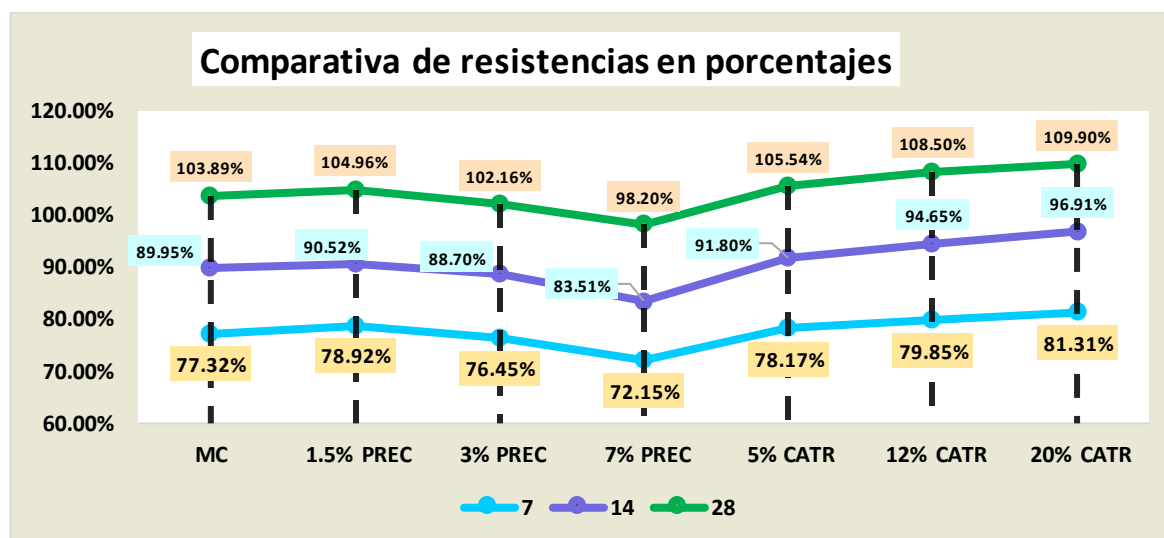
Tabla 38

Rotura compresiva porcentual – comparativa final

Descriptiva	Rotura compresiva porcentual			Variación
	7	14	28	
MC	77.32%	89.95%	103.89%	-
1.5% PREC	78.92%	90.52%	104.96%	1.07%
3% PREC	76.45%	88.70%	102.16%	-1.73%
7% PREC	72.15%	83.51%	98.20%	-5.69%
5% CATR	78.17%	91.80%	105.54%	1.65%
12% CATR	79.85%	94.65%	108.50%	4.61%
20% CATR	81.31%	96.91%	109.90%	6.01%

Figura 33

Rotura compresiva porcentual – comparativa final



Se presenta la rotura compresiva porcentual, comparando su variación porcentual final con respecto a la resistencia de diseño. La muestra control (MC) alcanza el 103.89% a los 28 días. Las muestras con 1.5% de papel reciclado (PREC) superan ligeramente a la muestra control, alcanzando el 104.96% con una variación positiva de 1.07%. En cambio, las muestras con 3% y 7% de papel reciclado presentan variaciones negativas, con resistencias del 102.16% y 98.20%, respectivamente. En las muestras con caucho triturado (CATR), se observa una tendencia positiva: 5% CATR alcanza el 105.54% (variación de 1.65%), 12% CATR llega al 108.50% (4.61%), y 20% CATR logra la mayor mejora con un 109.90%, variando positivamente en 6.01%.

4.1.3 Efecto de la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la resistencia a flexión

❖ Rotura 7 días

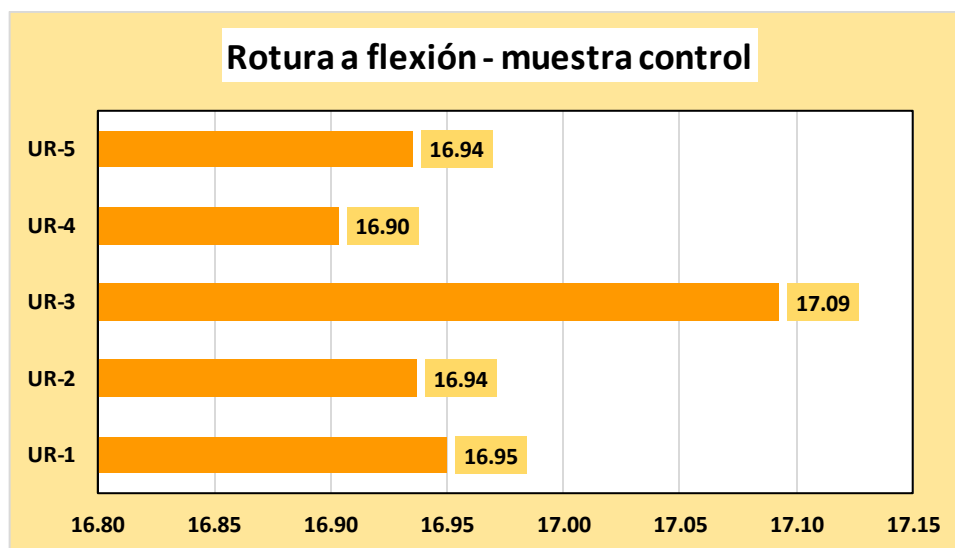
Tabla 39

Fractura a flexión de la muestra control

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
7	U.R.-1	1140.33	16.95
	U.R.-2	1143.26	16.94
	U.R.-3	1146.07	17.09
	U.R.-4	1140.99	16.90
	U.R.-5	1139.33	16.94
PROMEDIO			16.96

Figura 34

Fractura a flexión de la muestra control



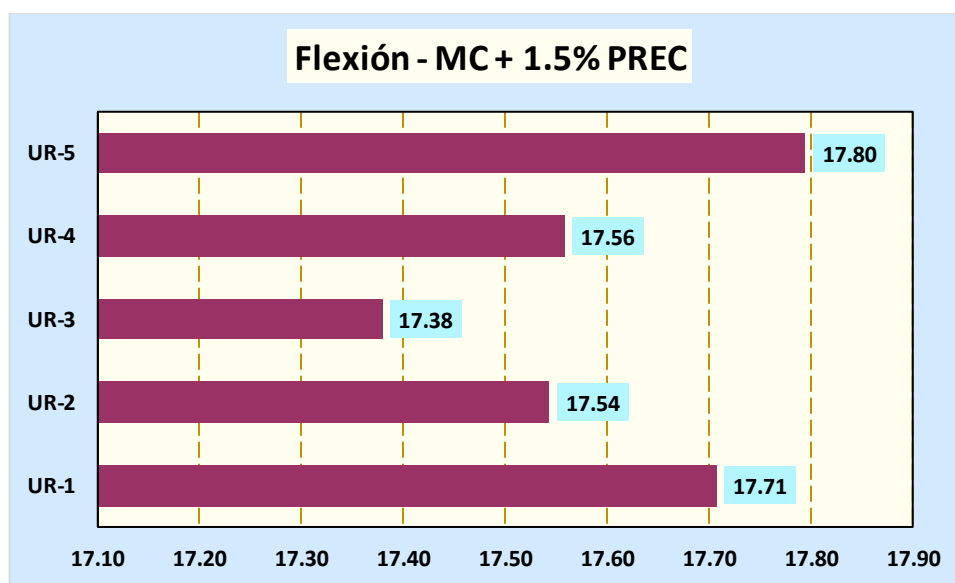
Se evidencian los resultados de la fractura a flexión para la muestra control a los 7 días. Se evaluaron cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) que registraron valores de carga aplicados entre 1139.33 kg y 1146.07 kg, obteniendo resistencias a la flexión que oscilan entre 16.90 y 17.09 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión para estas muestras fue de 16.96 kg/cm², reflejando la capacidad de resistencia a la flexión del concreto en esta etapa temprana.

Tabla 40

Fractura a flexión - muestra + 1.5% PREC

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
7	U.R.-1	1191.24	17.71
	U.R.-2	1184.17	17.54
	U.R.-3	1173.09	17.38
	U.R.-4	1185.14	17.56
	U.R.-5	1197.16	17.80
PROMEDIO			17.60

Figura 35

Fractura a flexión - muestra + 1.5% PREC

Se presenta los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 1.5% de papel reciclado (PREC) a los 7 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas entre 1173.09 kg y 1197.16 kg, logrando resistencias a la flexión de 17.38 a 17.80 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 17.60 kg/cm², mostrando una ligera mejora en comparación con la muestra control, lo que sugiere que la incorporación del 1.5% de papel reciclado contribuye positivamente a la resistencia a flexión del concreto en esta fase temprana.

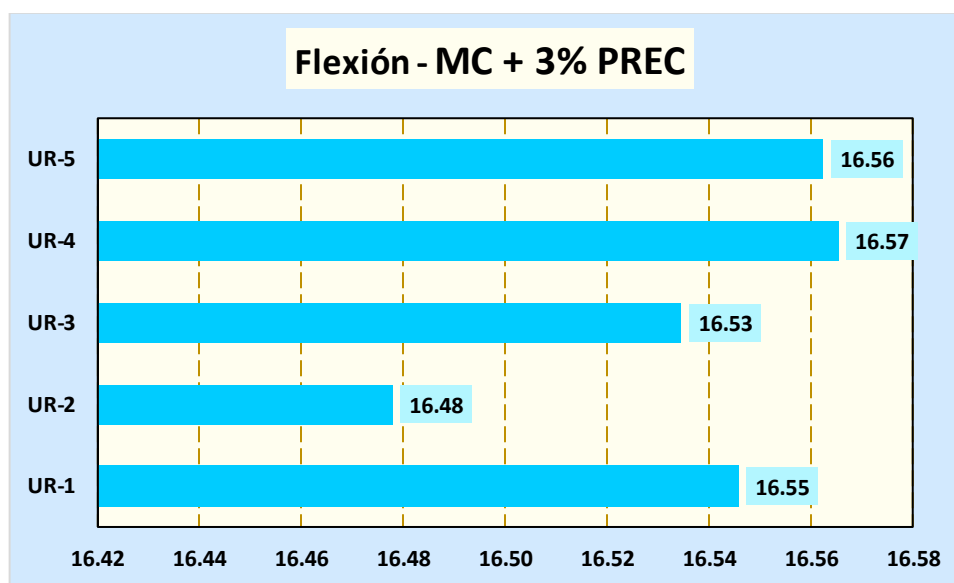
Tabla 41

Fractura a flexión - muestra + 3% PREC

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
7	U.R.-1	1113.12	16.55
	U.R.-2	1112.26	16.48
	U.R.-3	1116.09	16.53
	U.R.-4	1118.16	16.57
	U.R.-5	1114.24	16.56
PROMEDIO			16.54

Figura 36

Fractura a flexión - muestra + 3% PREC



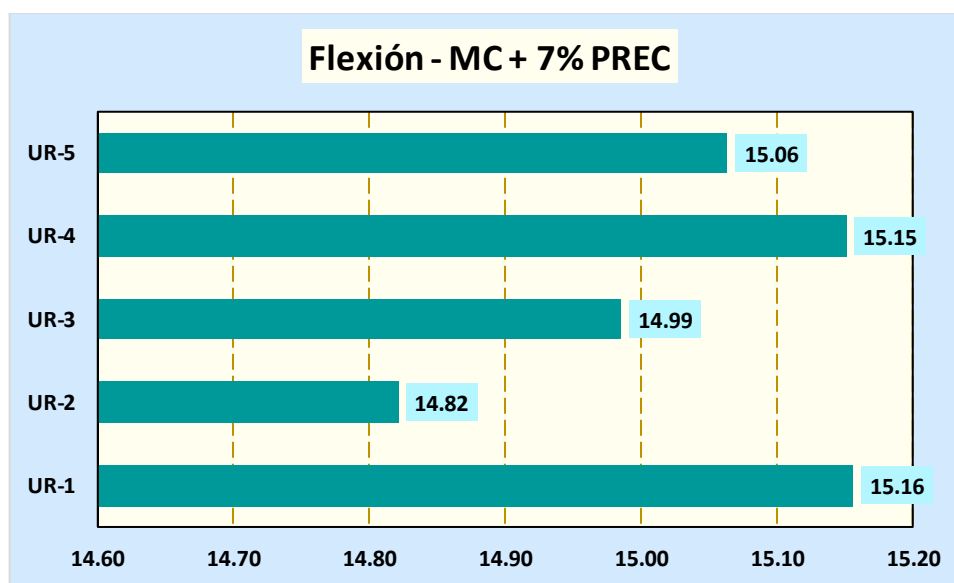
Se evidencian los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 3% de papel reciclado (PREC) a los 7 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 1112.26 kg y 1118.16 kg, logrando resistencias a la flexión de 16.48 a 16.57 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 16.54 kg/cm², ligeramente inferior al promedio de la muestra control (16.96 kg/cm²), lo que sugiere que el 3% de incorporación de papel reciclado reduce levemente la resistencia a flexión del concreto en esta etapa temprana.

Tabla 42

Fractura a flexión - muestra + 7% PREC

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
7	U.R.-1	1019.63	15.16
	U.R.-2	1000.42	14.82
	U.R.-3	1011.54	14.99
	U.R.-4	1022.69	15.15
	U.R.-5	1013.42	15.06
PROMEDIO			15.04

Figura 37

Fractura a flexión - muestra + 7% PREC

Se presenta los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 7% de papel reciclado (PREC) a los 7 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 1000.42 kg y 1022.69 kg, alcanzando resistencias a la flexión de 14.82 a 15.16 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 15.04 kg/cm², notablemente inferior al promedio de la muestra control (16.96 kg/cm²). Estos resultados indican que una incorporación del 7% de papel reciclado reduce la resistencia a flexión del concreto en esta etapa temprana.

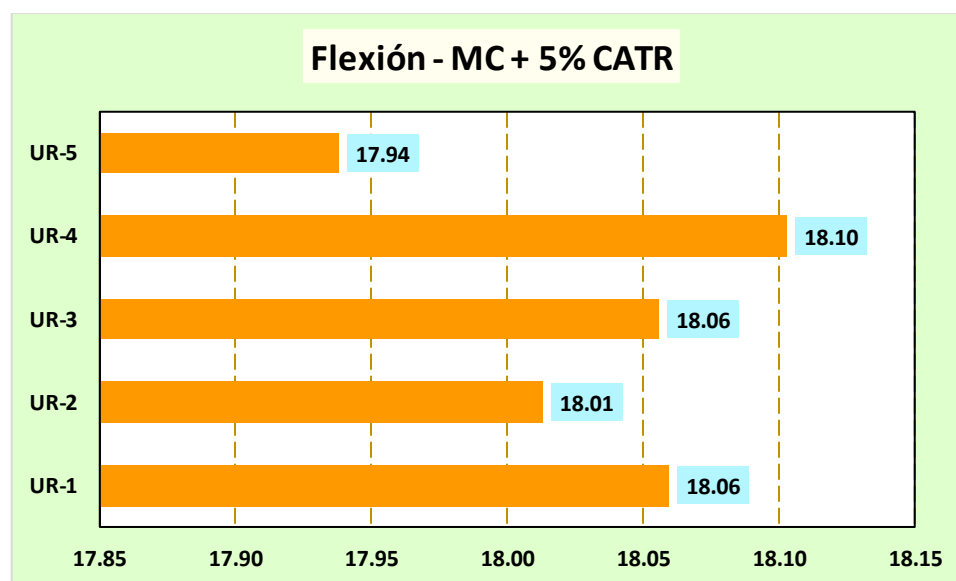
Tabla 43

Fractura a flexión - muestra + 5% CATR

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
7	U.R.-1	1214.97	18.06
	U.R.-2	1215.89	18.01
	U.R.-3	1218.79	18.06
	U.R.-4	1221.96	18.10
	U.R.-5	1206.79	17.94
PROMEDIO			18.03

Figura 38

Fractura a flexión - muestra + 5% CATR



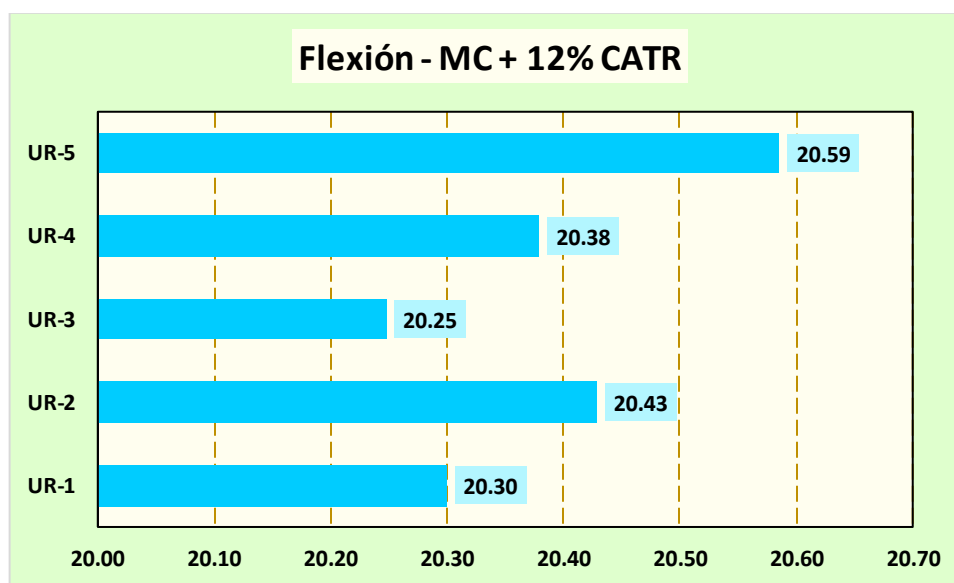
Se evidencian los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 5% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 7 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 1206.79 kg y 1221.96 kg, obteniendo resistencias a la flexión entre 17.94 y 18.10 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 18.03 kg/cm², superior al promedio de la muestra control (16.96 kg/cm²), lo que sugiere que la incorporación de un 5% de caucho triturado mejora la resistencia a flexión del concreto en esta etapa temprana.

Tabla 44

Fractura a flexión - muestra + 12% CATR

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
7	U.R.-1	1365.68	20.30
	U.R.-2	1378.95	20.43
	U.R.-3	1366.74	20.25
	U.R.-4	1375.63	20.38
	U.R.-5	1384.91	20.59
PROMEDIO			20.39

Figura 39

Fractura a flexión - muestra + 12% CATR

Se presenta los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 12% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 7 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 1365.68 kg y 1384.91 kg, logrando resistencias a la flexión de 20.25 a 20.59 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 20.39 kg/cm², considerablemente superior al promedio de la muestra control (16.96 kg/cm²). Estos resultados indican que la incorporación de un 12% de caucho triturado aumenta significativamente la resistencia a flexión del concreto en esta etapa temprana.

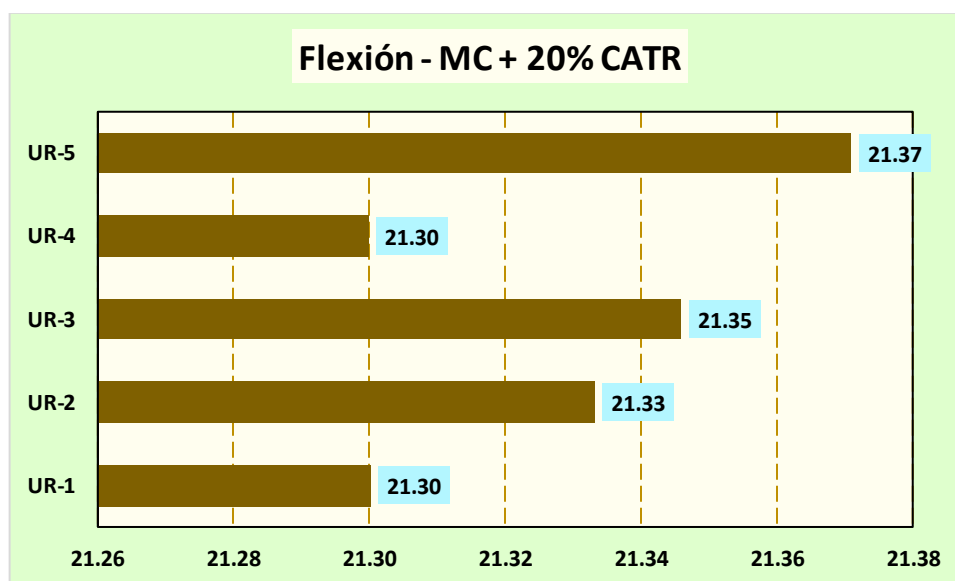
Tabla 45

Fractura a flexión - muestra + 20% CATR

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
7	U.R.-1	1432.97	21.30
	U.R.-2	1439.99	21.33
	U.R.-3	1440.85	21.35
	U.R.-4	1437.74	21.30
	U.R.-5	1437.73	21.37
PROMEDIO			21.33

Figura 40

Fractura a flexión - muestra + 20% CATR



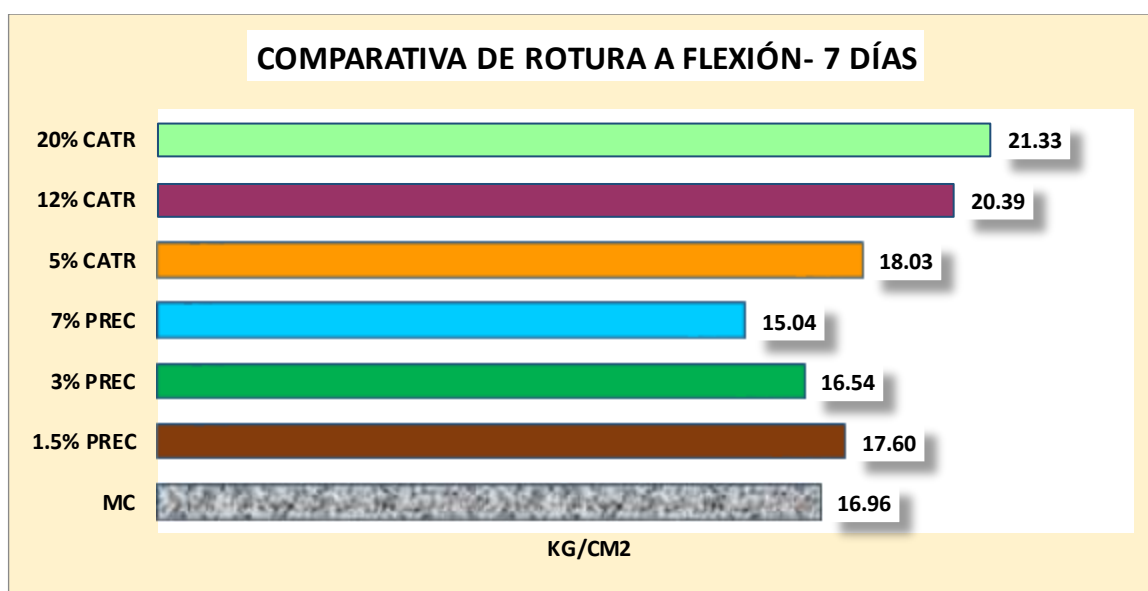
Se presentan los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 20% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 7 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 1432.97 kg y 1440.85 kg, logrando resistencias a la flexión entre 21.30 kg/cm² y 21.37 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 21.33 kg/cm², considerablemente superior al promedio de la muestra control (16.96 kg/cm²). Estos resultados indican que la incorporación de un 20% de CATR aumenta significativamente la resistencia a la flexión del material en comparación con la muestra sin aditivos.

Tabla 46

Fractura a flexión – comparativa 7 días

Descriptiva	7 días
MC	16.96
1.5% PREC	17.60
3% PREC	16.54
7% PREC	15.04
5% CATR	18.03
12% CATR	20.39
20% CATR	21.33

Figura 41

Fractura a flexión – comparativa 7 días

Se evidencian los resultados de la resistencia a la fractura por flexión de diversas muestras de concreto hidráulico a los 7 días. La muestra de control (MC) obtuvo una resistencia de 16.96 kg/cm². En cuanto a las muestras con papel reciclado (PREC), se observó que al incorporar 1.5% se alcanzó un valor de 17.60 kg/cm², ligeramente superior al de la muestra de control, mientras que las proporciones de 3% y 7% presentaron valores inferiores, con 16.54 kg/cm² y 15.04 kg/cm², respectivamente. Las muestras con caucho de llantas trituradas (CATR) mostraron un incremento en la resistencia conforme aumentaba la proporción de caucho, alcanzando un valor máximo de 21.33 kg/cm² con el 20% de CATR.

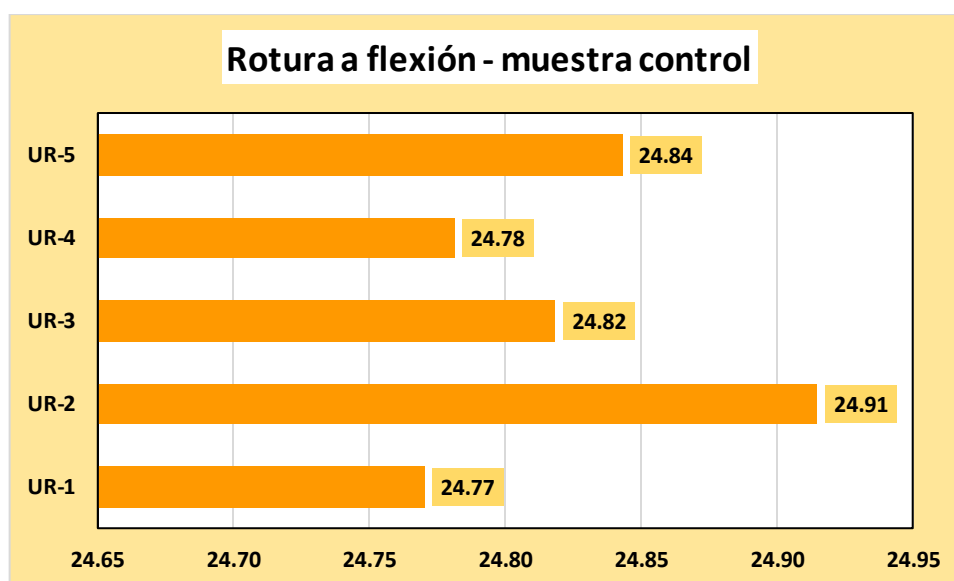
❖ Rotura 14 días

Tabla 47

Fractura a flexión de la muestra control

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
14	U.R.-1	1666.41	24.77
	U.R.-2	1670.56	24.91
	U.R.-3	1669.67	24.82
	U.R.-4	1672.73	24.78
	U.R.-5	1665.74	24.84
PROMEDIO			24.83

Figura 42

Fractura a flexión de la muestra control

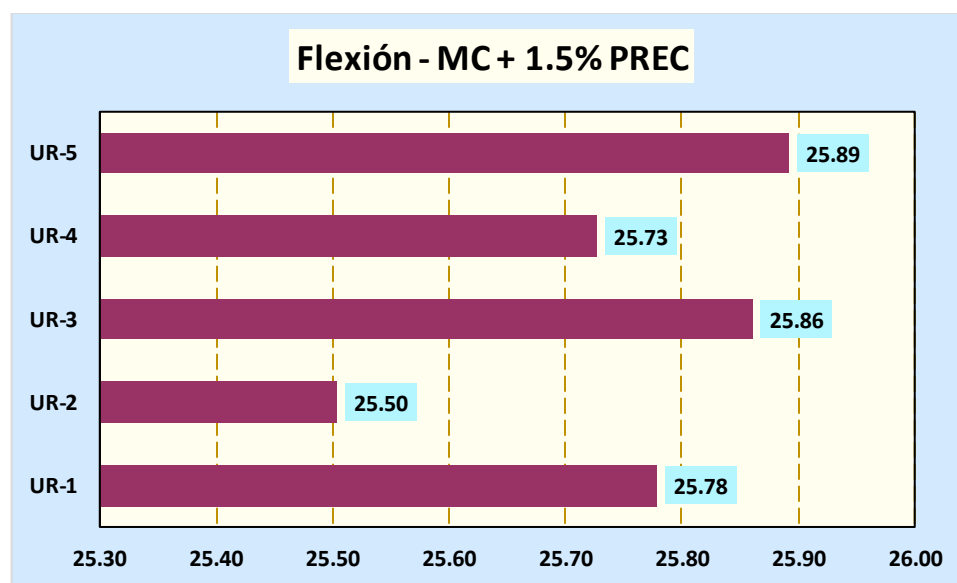
Se presenta los resultados de la fractura a flexión para la muestra control a los 14 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 1665.74 kg y 1672.73 kg, obteniendo resistencias a la flexión entre 24.77 y 24.91 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 24.83 kg/cm², indicando un aumento significativo en la resistencia a flexión en comparación con los resultados a los 7 días, reflejando el desarrollo continuo de la resistencia del concreto en esta etapa intermedia.

Tabla 48

Fractura a flexión - muestra + 1.5% PREC

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
14	U.R.-1	1734.26	25.78
	U.R.-2	1721.54	25.50
	U.R.-3	1745.61	25.86
	U.R.-4	1736.59	25.73
	U.R.-5	1747.71	25.89
PROMEDIO			25.75

Figura 43

Fractura a flexión - muestra + 1.5% PREC

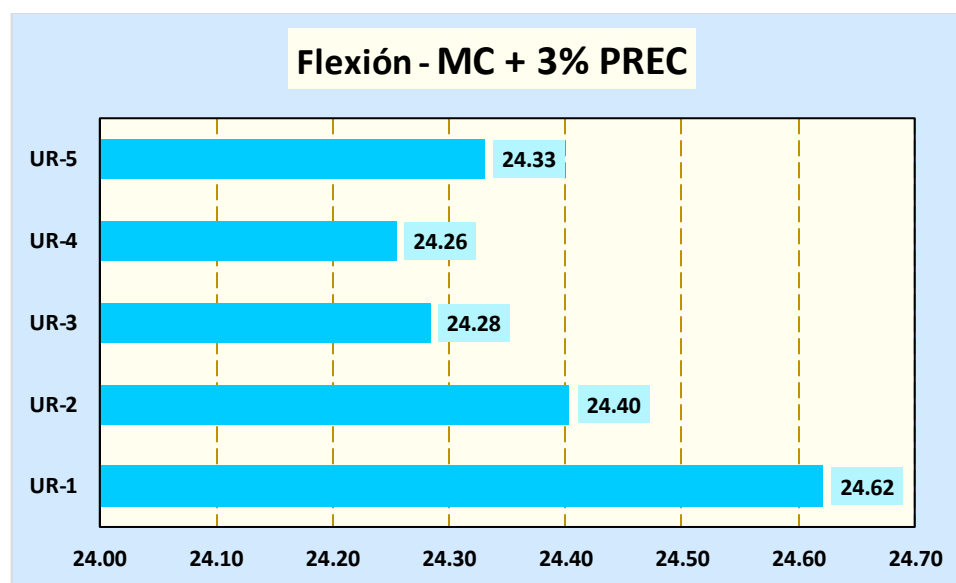
Se evidencian los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 1.5% de papel reciclado (PREC) a los 14 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 1721.54 kg y 1747.71 kg, obteniendo resistencias a la flexión de 25.50 a 25.89 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 25.75 kg/cm², superior al promedio de la muestra control (24.83 kg/cm²), lo que sugiere que la incorporación de un 1.5% de papel reciclado mejora ligeramente la resistencia a flexión del concreto en esta fase intermedia.

Tabla 49

Fractura a flexión - muestra + 3% PREC

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
14	U.R.-1	1656.42	24.62
	U.R.-2	1647.26	24.40
	U.R.-3	1639.16	24.28
	U.R.-4	1637.22	24.26
	U.R.-5	1642.36	24.33
PROMEDIO			24.38

Figura 44

Fractura a flexión - muestra + 3% PREC

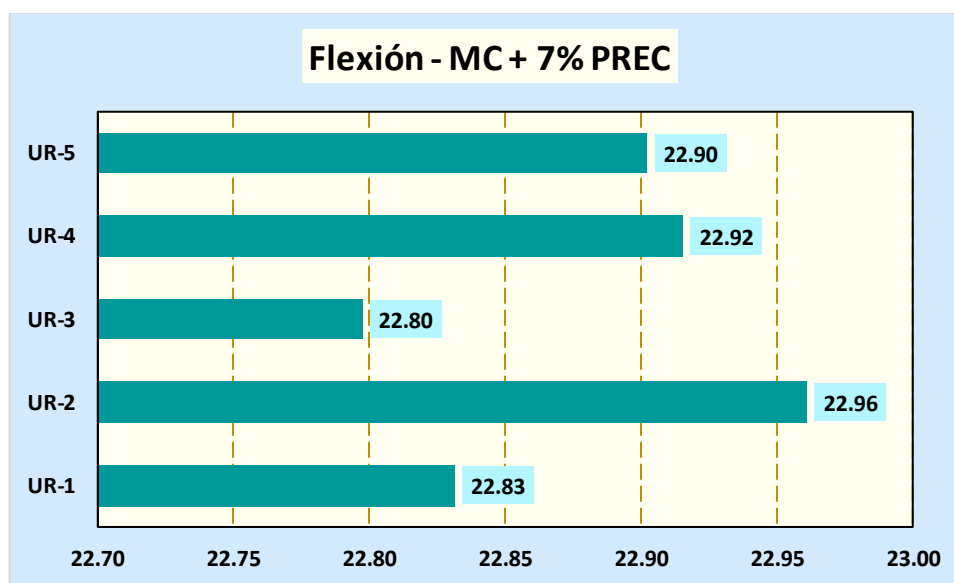
Se presenta los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 3% de papel reciclado (PREC) a los 14 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 1637.22 kg y 1656.42 kg, obteniendo resistencias a la flexión de 24.26 a 24.62 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 24.38 kg/cm², ligeramente inferior al promedio de la muestra control (24.83 kg/cm²), lo que sugiere que el 3% de incorporación de papel reciclado reduce levemente la resistencia a flexión del concreto en esta etapa intermedia.

Tabla 50

Fractura a flexión - muestra + 7% PREC

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
14	U.R.-1	1535.98	22.83
	U.R.-2	1549.87	22.96
	U.R.-3	1538.82	22.80
	U.R.-4	1546.79	22.92
	U.R.-5	1545.90	22.90
PROMEDIO			22.88

Figura 45

Fractura a flexión - muestra + 7% PREC

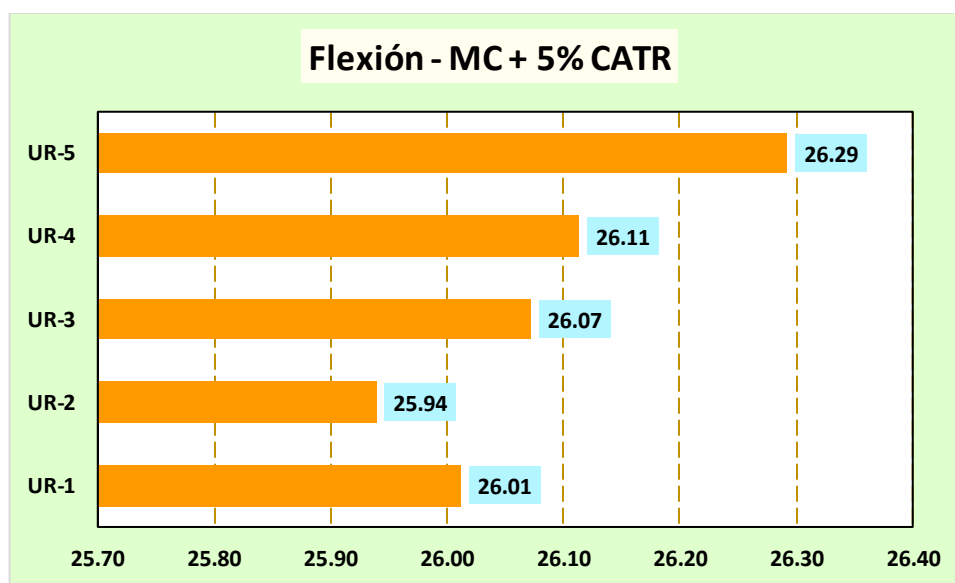
Se evidencian los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 7% de papel reciclado (PREC) a los 14 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 1535.98 kg y 1549.87 kg, obteniendo resistencias a la flexión de 22.80 a 22.96 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 22.88 kg/cm², inferior al promedio de la muestra control (24.83 kg/cm²). Estos resultados indican que la incorporación de un 7% de papel reciclado disminuye notablemente la resistencia a flexión del concreto en esta fase intermedia.

Tabla 51

Fractura a flexión - muestra + 5% CATR

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
14	U.R.-1	1749.97	26.01
	U.R.-2	1750.93	25.94
	U.R.-3	1759.88	26.07
	U.R.-4	1762.68	26.11
	U.R.-5	1774.74	26.29
PROMEDIO			26.09

Figura 46

Fractura a flexión - muestra + 5% CATR

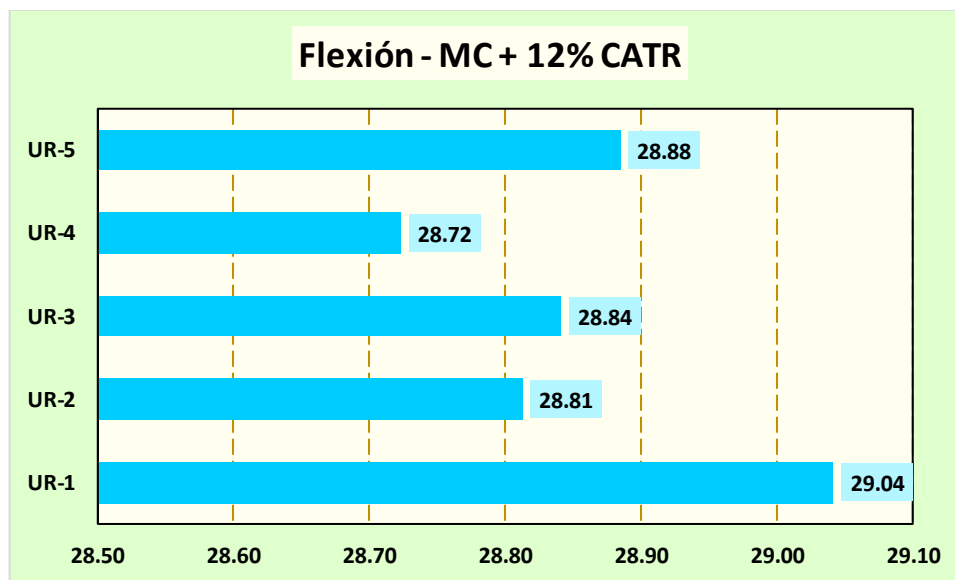
Se presenta los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 5% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 14 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 1749.97 kg y 1774.74 kg, obteniendo resistencias a la flexión de 25.94 a 26.29 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 26.09 kg/cm², superior al promedio de la muestra control (24.83 kg/cm²). Estos resultados sugieren que la incorporación de un 5% de caucho triturado mejora la resistencia a flexión del concreto en esta etapa intermedia.

Tabla 52

Fractura a flexión - muestra + 12% CATR

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
14	U.R.-1	1953.79	29.04
	U.R.-2	1944.85	28.81
	U.R.-3	1946.79	28.84
	U.R.-4	1938.83	28.72
	U.R.-5	1949.72	28.88
PROMEDIO			28.86

Figura 47

Fractura a flexión - muestra + 12% CATR

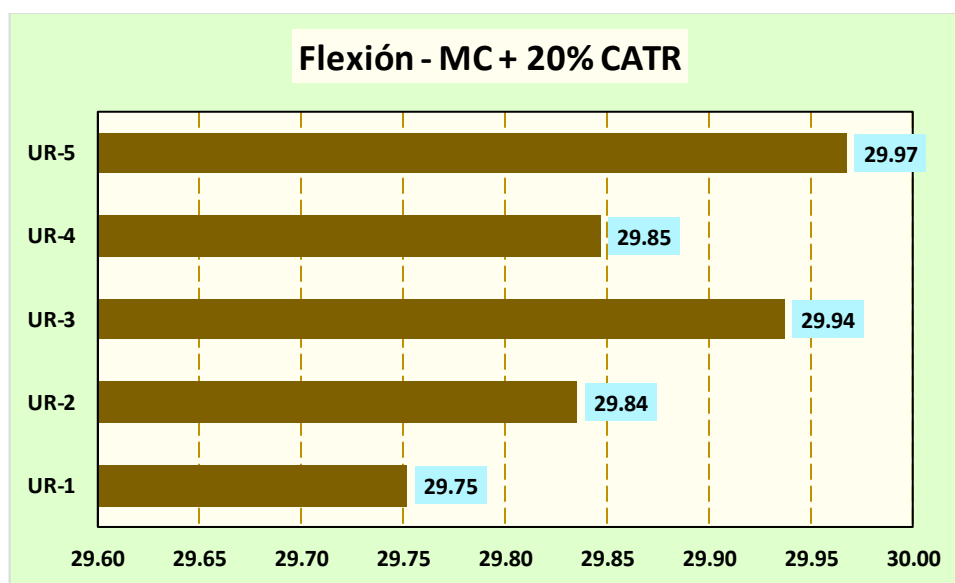
Se evidencian los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 12% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 14 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 1938.83 kg y 1953.79 kg, obteniendo resistencias a la flexión de 28.72 a 29.04 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 28.86 kg/cm², considerablemente superior al promedio de la muestra control (24.83 kg/cm²). Estos resultados indican que la incorporación de un 12% de caucho triturado aumenta significativamente la resistencia a flexión del concreto en esta etapa intermedia.

Tabla 53

Fractura a flexión - muestra + 20% CATR

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
14	U.R.-1	2001.56	29.75
	U.R.-2	2013.89	29.84
	U.R.-3	2020.74	29.94
	U.R.-4	2014.65	29.85
	U.R.-5	2022.82	29.97
PROMEDIO			29.87

Figura 48

Fractura a flexión - muestra + 20% CATR

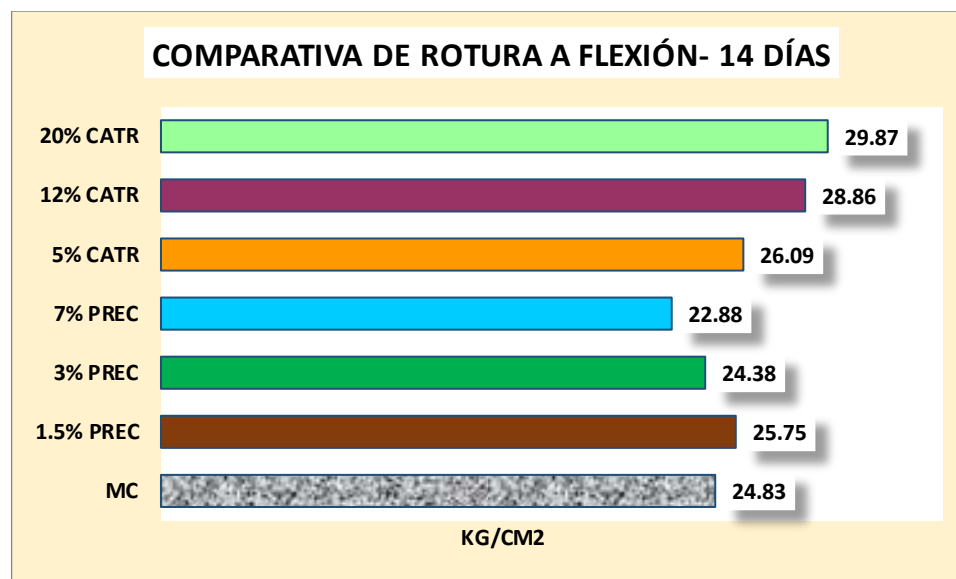
Se presenta los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 20% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 14 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 2001.56 kg y 2022.82 kg, obteniendo resistencias a la flexión de 29.75 a 29.97 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 29.87 kg/cm², notablemente superior al promedio de la muestra control (24.83 kg/cm²). Estos resultados sugieren que la incorporación de un 20% de caucho triturado mejora significativamente la resistencia a flexión del concreto en esta fase intermedia.

Tabla 54

Fractura a flexión – comparativa 14 días

Descriptiva	14 días
MC	24.83
1.5% PREC	25.75
3% PREC	24.38
7% PREC	22.88
5% CATR	26.09
12% CATR	28.86
20% CATR	29.87

Figura 49

Fractura a flexión – comparativa 14 días

Se presenta los resultados de resistencia a la fractura por flexión de distintas muestras de concreto hidráulico a los 14 días. La muestra de control (MC) alcanzó una resistencia de 24.83 kg/cm². Las muestras con incorporación de papel reciclado (PREC) muestran una ligera mejora en la resistencia con un 1.5%, logrando 25.75 kg/cm², mientras que las adiciones de 3% y 7% reflejan valores menores, con 24.38 kg/cm² y 22.88 kg/cm², respectivamente. En contraste, las muestras con caucho de llantas trituradas (CATR) presentan un incremento progresivo en la resistencia a medida que aumenta el porcentaje de caucho, registrando 26.09 kg/cm² con un 5%, 28.86 kg/cm² con un 12%, y alcanzando un valor máximo de 29.87 kg/cm² con un 20% de CATR.

❖ Rotura 28 días

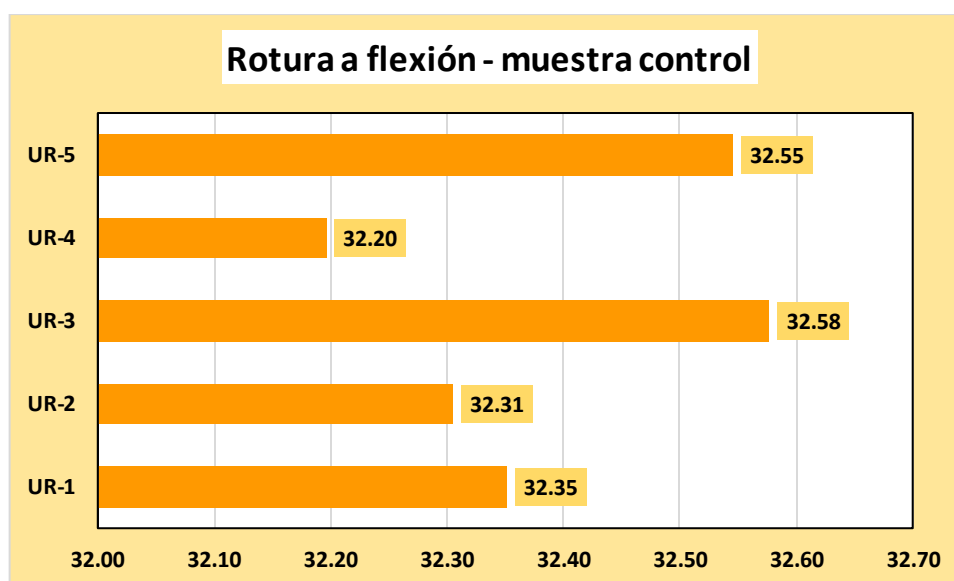
Tabla 55

Fractura a flexión de la muestra control

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
28	U.R.-1	2176.46	32.35
	U.R.-2	2180.62	32.31
	U.R.-3	2184.33	32.58
	U.R.-4	2173.28	32.20
	U.R.-5	2189.51	32.55
PROMEDIO			32.40

Figura 50

Fractura a flexión de la muestra control



Se presenta los resultados de la fractura a flexión para la muestra control a los 28 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 2173.28 kg y 2189.51 kg, obteniendo resistencias a la flexión de 32.20 a 32.58 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 32.40 kg/cm², mostrando un desarrollo completo de la resistencia a flexión del concreto en esta etapa final de curado. Estos resultados reflejan la capacidad del concreto para alcanzar y mantener una alta resistencia a flexión a los 28 días.

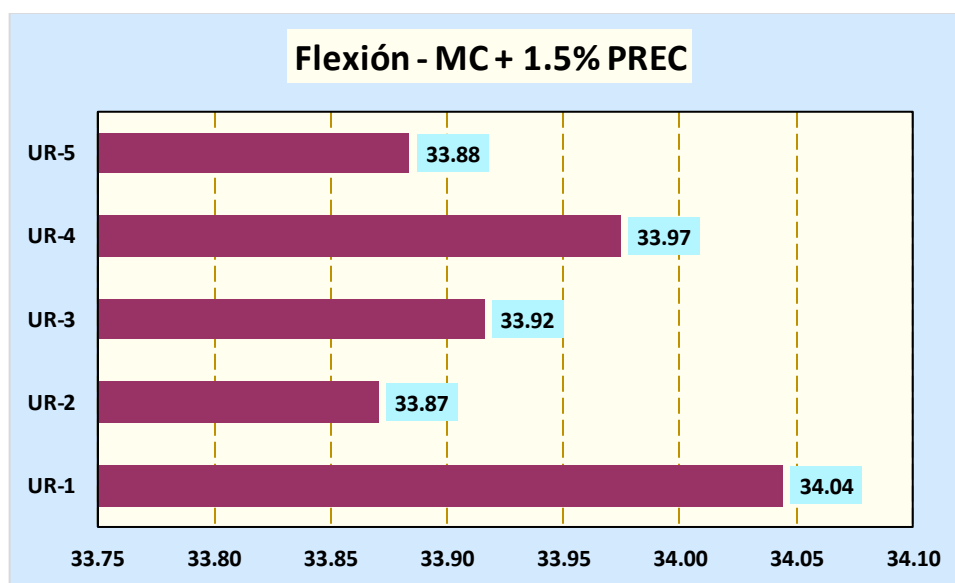
Tabla 56

Fractura a flexión - muestra + 1.5% PREC

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
28	U.R.-1	2290.32	34.04
	U.R.-2	2286.26	33.87
	U.R.-3	2289.32	33.92
	U.R.-4	2293.27	33.97
	U.R.-5	2287.16	33.88
PROMEDIO			33.94

Figura 51

Fractura a flexión - muestra + 1.5% PREC



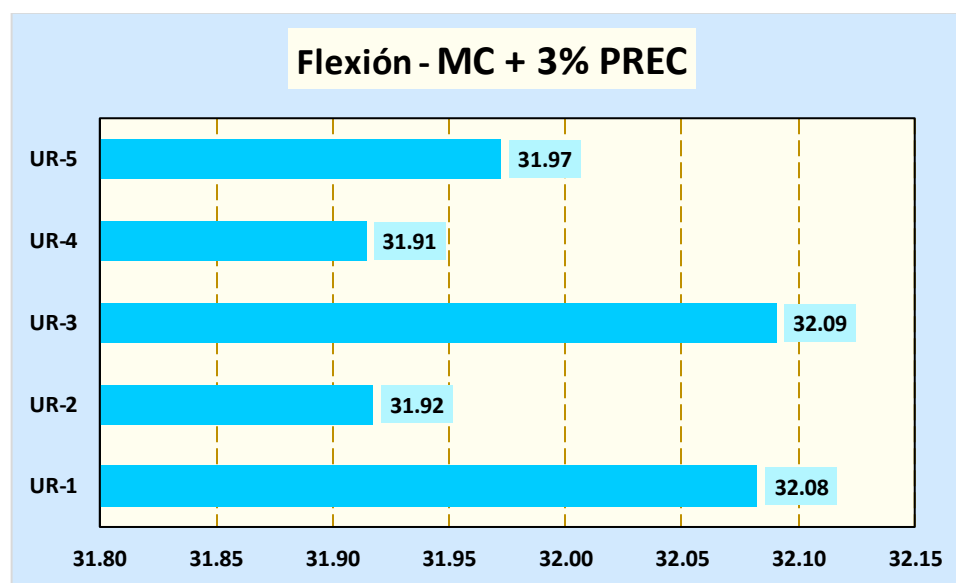
Se evidencian los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 1.5% de papel reciclado (PREC) a los 28 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 2286.26 kg y 2293.27 kg, logrando resistencias a la flexión de 33.87 a 34.04 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 33.94 kg/cm², superior al promedio de la muestra control (32.40 kg/cm²). Estos resultados sugieren que la incorporación de un 1.5% de papel reciclado mejora la resistencia a flexión del concreto en esta fase final de curado.

Tabla 57

Fractura a flexión - muestra + 3% PREC

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
28	U.R.-1	2158.36	32.08
	U.R.-2	2154.44	31.92
	U.R.-3	2166.11	32.09
	U.R.-4	2154.22	31.91
	U.R.-5	2158.14	31.97
PROMEDIO			32.00

Figura 52

Fractura a flexión - muestra + 3% PREC

Se presenta los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 3% de papel reciclado (PREC) a los 28 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 2154.22 kg y 2166.11 kg, obteniendo resistencias a la flexión de 31.91 a 32.09 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 32.00 kg/cm², ligeramente inferior al promedio de la muestra control (32.40 kg/cm²). Estos resultados indican que el 3% de incorporación de papel reciclado mantiene una resistencia a flexión similar, aunque ligeramente menor, a la de la muestra control en esta fase final de curado.

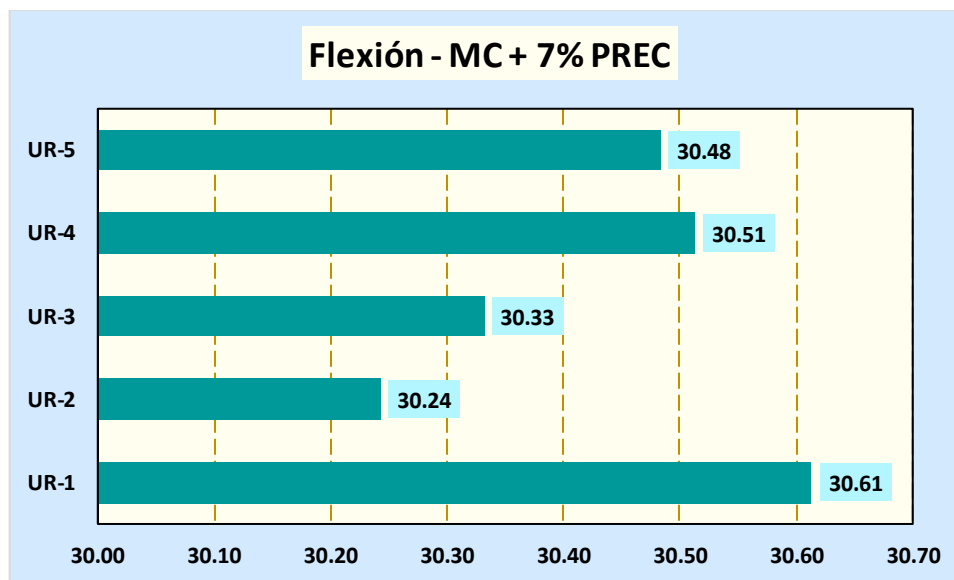
Tabla 58

Fractura a flexión - muestra + 7% PREC

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
28	U.R.-1	2059.52	30.61
	U.R.-2	2041.41	30.24
	U.R.-3	2047.39	30.33
	U.R.-4	2059.64	30.51
	U.R.-5	2057.61	30.48
PROMEDIO			30.44

Figura 53

Fractura a flexión - muestra + 7% PREC



Se evidencian los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 7% de papel reciclado (PREC) a los 28 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 2041.41 kg y 2059.64 kg, logrando resistencias a la flexión de 30.24 a 30.61 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 30.44 kg/cm², inferior al promedio de la muestra control (32.40 kg/cm²). Estos resultados sugieren que la incorporación de un 7% de papel reciclado reduce la resistencia a flexión del concreto en esta fase final de curado.

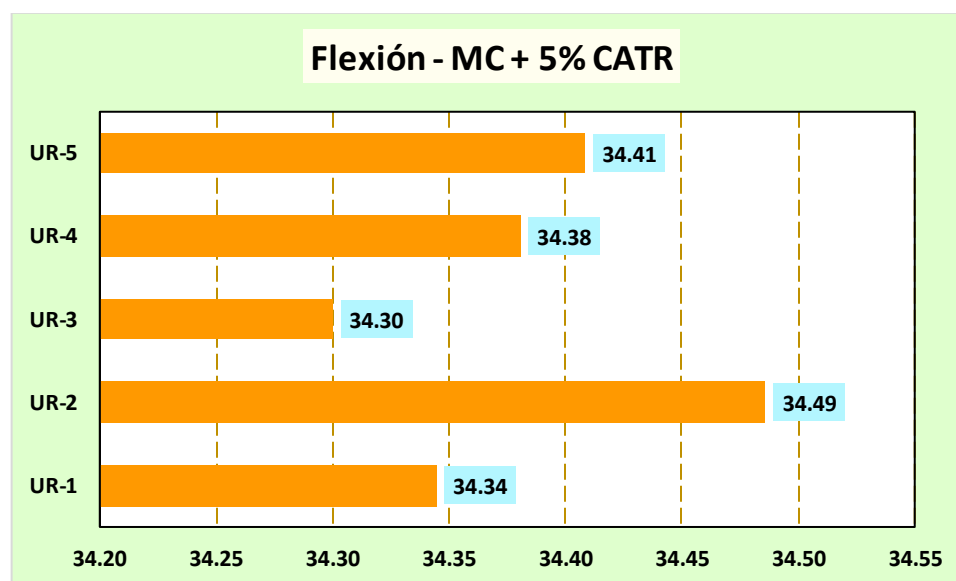
Tabla 59

Fractura a flexión - muestra + 5% CATR

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
28	U.R.-1	2310.54	34.34
	U.R.-2	2327.81	34.49
	U.R.-3	2315.26	34.30
	U.R.-4	2320.70	34.38
	U.R.-5	2322.59	34.41
PROMEDIO			34.38

Figura 54

Fractura a flexión - muestra + 5% CATR



Se presenta los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 5% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 28 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 2310.54 kg y 2327.81 kg, alcanzando resistencias a la flexión de 34.30 a 34.49 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 34.38 kg/cm², superior al promedio de la muestra control (32.40 kg/cm²). Estos resultados sugieren que la incorporación de un 5% de caucho triturado mejora la resistencia a flexión del concreto en esta fase final de curado.

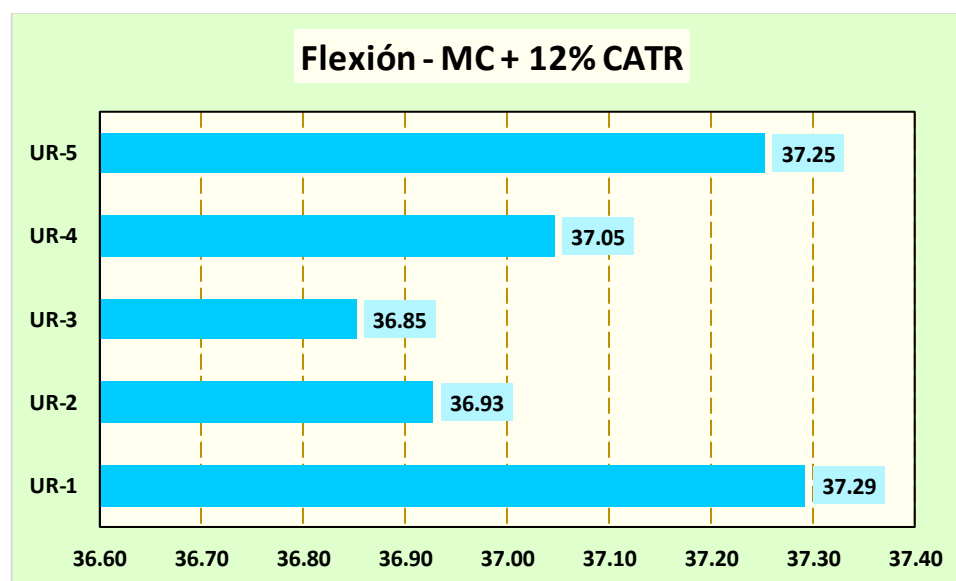
Tabla 60

Fractura a flexión - muestra + 12% CATR

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
28	U.R.-1	2508.87	37.29
	U.R.-2	2492.62	36.93
	U.R.-3	2487.49	36.85
	U.R.-4	2500.63	37.05
	U.R.-5	2514.57	37.25
PROMEDIO			37.07

Figura 55

Fractura a flexión - muestra + 12% CATR



Se evidencian los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 12% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 28 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 2487.49 kg y 2514.57 kg, logrando resistencias a la flexión de 36.85 a 37.29 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 37.07 kg/cm², significativamente superior al promedio de la muestra control (32.40 kg/cm²). Estos resultados indican que la incorporación de un 12% de caucho triturado mejora notablemente la resistencia a flexión del concreto en esta fase final de curado.

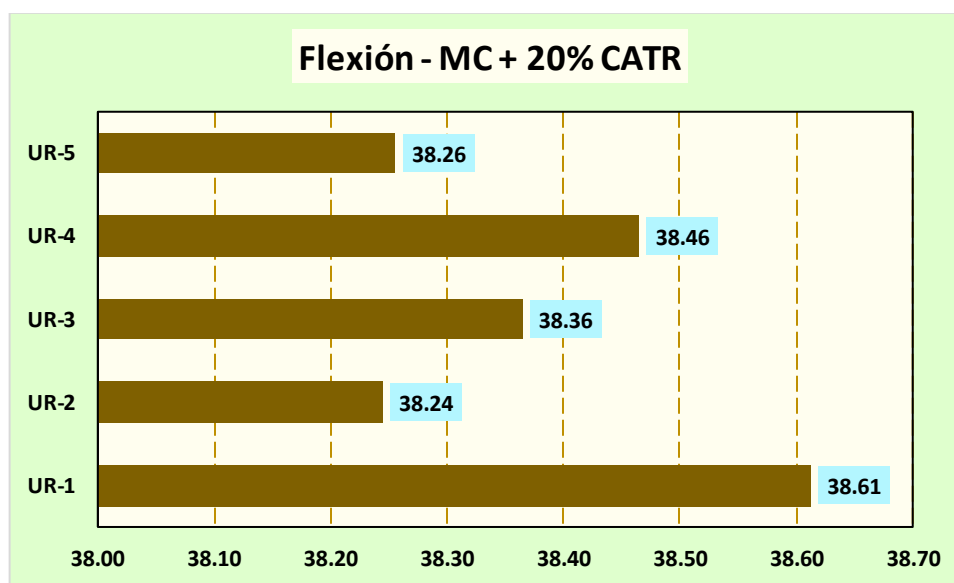
Tabla 61

Fractura a flexión - muestra + 20% CATR

Tiempo	Descriptiva	Dial (kg)	Rotura-flexión Kg/cm ²
28	U.R.-1	2597.64	38.61
	U.R.-2	2581.52	38.24
	U.R.-3	2589.61	38.36
	U.R.-4	2596.37	38.46
	U.R.-5	2582.26	38.26
PROMEDIO			38.39

Figura 56

Fractura a flexión - muestra + 20% CATR



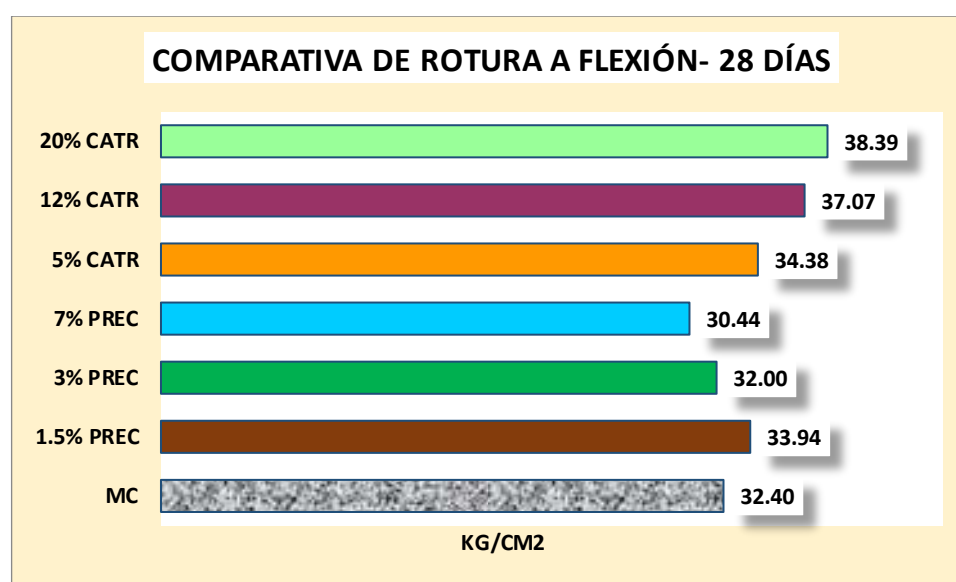
Se presenta los resultados de la fractura a flexión para la muestra con un 20% de caucho de llanta triturada (CATR) a los 28 días. Las cinco muestras (U.R.-1 a U.R.-5) registraron cargas aplicadas entre 2581.52 kg y 2597.64 kg, obteniendo resistencias a la flexión de 38.24 a 38.61 kg/cm². El promedio de resistencia a la flexión fue de 38.39 kg/cm², notablemente superior al promedio de la muestra control (32.40 kg/cm²). Estos resultados demuestran que la incorporación de un 20% de caucho triturado mejora significativamente la resistencia a flexión del concreto en esta etapa final de curado.

Tabla 62

Fractura a flexión – comparativa 28 días

Descriptiva	28 días
MC	32.40
1.5% PREC	33.94
3% PREC	32.00
7% PREC	30.44
5% CATR	34.38
12% CATR	37.07
20% CATR	38.39

Figura 57

Fractura a flexión – comparativa 28 días

Se evidencian los resultados de resistencia a la fractura por flexión de diversas muestras de concreto hidráulico a los 28 días. La muestra de control (MC) obtuvo una resistencia de 32.40 kg/cm². Al incorporar papel reciclado (PREC), se observó una mejora en la resistencia con un 1.5%, alcanzando 33.94 kg/cm²; sin embargo, las adiciones de 3% y 7% presentaron una disminución en los valores, registrando 32.00 kg/cm² y 30.44 kg/cm², respectivamente. Por otro lado, las muestras con caucho de llantas trituradas (CATR) muestran un incremento significativo en la resistencia a medida que aumenta la proporción de caucho, con 34.38 kg/cm² para el 5% de CATR, 37.07 kg/cm² para el 12%, y un valor máximo de 38.39 kg/cm² con el 20% de CATR.

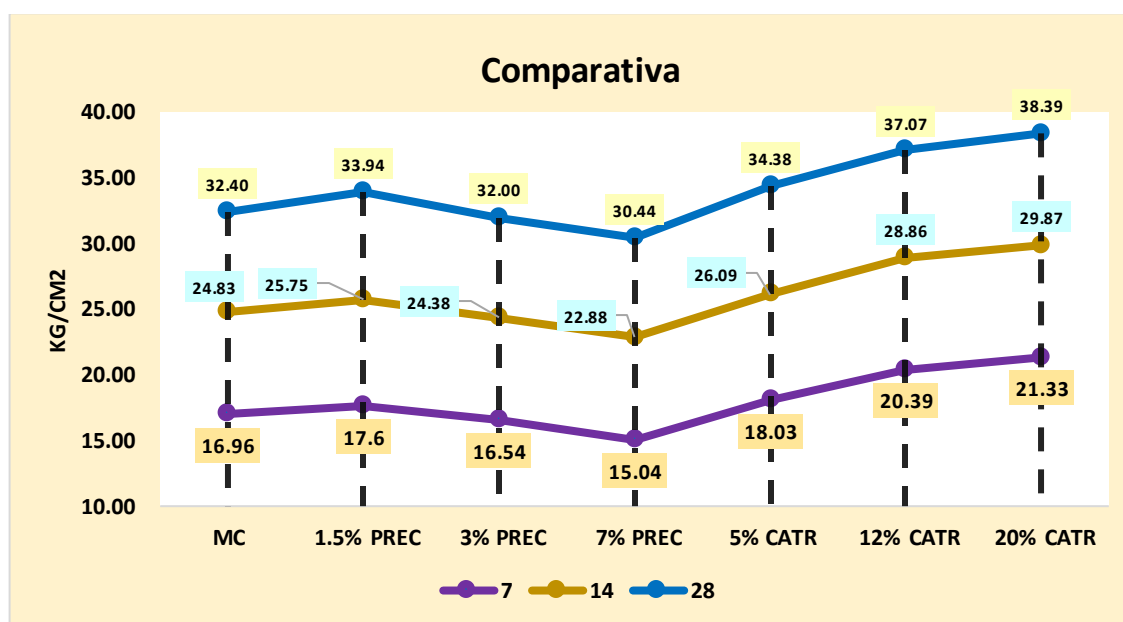
Tabla 63

Fractura a flexión – comparativa final

Descriptiva	Resistencia a flexión		
	7	14	28
MC	16.96	24.83	32.40
1.5% PREC	17.60	25.75	33.94
3% PREC	16.54	24.38	32.00
7% PREC	15.04	22.88	30.44
5% CATR	18.03	26.09	34.38
12% CATR	20.39	28.86	37.07
20% CATR	21.33	29.87	38.39

Figura 58

Fractura a flexión – comparativa final



Se compara la resistencia a la fractura por flexión de concreto hidráulico a los 7, 14 y 28 días para una muestra de control (MC) y muestras con adiciones de papel reciclado (PREC) y caucho de llantas trituradas (CATR). La muestra de control mostró una resistencia creciente en cada intervalo (16.96, 24.83 y 32.40 kg/cm²). Con papel reciclado al 1.5% se logró una mejora (17.60, 25.75 y 33.94 kg/cm²), pero aumentos al 3% y 7% redujeron la resistencia. En contraste, el caucho triturado elevó la resistencia de forma continua con mayores porcentajes, alcanzando hasta 38.39 kg/cm² al 28^o día con un 20% de adición,



mostrando una mejora notable en comparación con el papel reciclado y la muestra de control.

4.2 Discusión de resultados

En el estudio de (Chinchano, 2020), se llevó a cabo un análisis experimental sobre la resistencia del concreto hidráulico al incorporar residuos de llantas de caucho como aditivo. Los resultados muestran que la adición de estos residuos tiene efectos significativos en la resistencia a compresión del concreto. Con una incorporación del 10% de residuos de llantas de caucho, el concreto alcanzó una resistencia de 279.18 kg/cm² a los 28 días, superando la resistencia típica del concreto convencional. Sin embargo, al aumentar la proporción de residuos de caucho al 20%, la resistencia disminuyó a 232.98 kg/cm², lo cual sugiere que cantidades mayores de caucho afectan negativamente la capacidad compresiva del material. Desde el punto de vista técnico y económico, el empleo de residuos de llantas de caucho en la elaboración de concreto es favorable. En términos de trabajabilidad, el concreto mantiene sus propiedades y, en cuanto a los costos, resulta factible, ya que estos residuos provienen de desechos sin costo adicional, siendo materiales de descarte de transportistas y propietarios de vehículos. En conclusión, el estudio establece que una adición del 10% de residuos de llantas de caucho es óptima para mejorar la resistencia del concreto a los 28 días, representando una opción económica y ambientalmente sostenible para su uso en construcción.

En el estudio de (Revilla, 2024), se evaluaron las propiedades físicas del concreto al sustituir el agregado fino por residuos de llantas de caucho. Se observó que, en términos de resistencia a flexión y densidad, el aumento en la proporción de caucho hasta un 20% disminuye estas propiedades en un 55% y un 10%, respectivamente, en comparación con el concreto patrón. La densidad promedio del concreto patrón fue de 2341.53 kg/m³,



mientras que las muestras con 5%, 10% y 20% de caucho presentaron densidades de 2248.24 kg/m³, 2209.78 kg/m³ y 2118.21 kg/m³, evidenciando una reducción progresiva. Además, la resistencia a flexión a los 28 días disminuyó significativamente con los incrementos de caucho, llegando a una reducción del 55.16% en el caso de un 20% de sustitución, en comparación con los 37.87 kg/cm² del concreto sin aditivos. Respecto a la resistencia a compresión, se encontró que una sustitución del 5% de agregado fino por residuos de caucho incrementa la resistencia en un 14%, alcanzando 239.19 kg/cm² a los 28 días. Sin embargo, al aumentar la sustitución a 10% y 20%, la resistencia a compresión disminuye en un 8% y un 41%, respectivamente, con valores de 192.31 kg/cm² y 123.05 kg/cm². Estos resultados sugieren que una incorporación baja de caucho (alrededor del 5%) puede mejorar la resistencia a compresión, pero mayores porcentajes afectan negativamente las propiedades mecánicas y la densidad del concreto, indicando un límite óptimo para la sustitución con caucho.

En el estudio de (Pablo & Ortiz, 2020), se investigó el impacto de la incorporación de celulosa de papel bond reciclado en las propiedades mecánicas del concreto con una capacidad de diseño proyectada de 210 kg/cm². Los resultados mostraron que la adición de celulosa en proporciones de 1%, 5% y 9% afecta negativamente las propiedades mecánicas del concreto. En cuanto a la trabajabilidad, se observó una reducción progresiva con cada incremento de celulosa, alcanzando valores de asentamiento de 3.9", 3.5" y 3.2" respectivamente. Además, la densidad del concreto se redujo en un 0.98% en promedio al utilizar una incorporación del 9% de celulosa. Este material reciclado disminuyó también la resistencia general del concreto, especialmente a edades avanzadas. En cuanto a la resistencia a compresión, la incorporación de 1% y 9% de celulosa mostró una disminución a los 7 días en un 15.6% y 36.9% respectivamente, mientras que con un 5% la resistencia aumentó levemente en un 1.01%. A los 14 días, las tres proporciones de celulosa (1%, 5% y 9%) resultaron en disminuciones de resistencia de 29.7%, 12.1% y 39% respectivamente.



A los 28 días, las reducciones fueron del 16.2% para el 1%, 11.7% para el 5% y 39.2% para el 9%. Respecto a la resistencia a flexión, a los 7 días la adición del 1% de celulosa mostró un incremento del 1.4%, mientras que las adiciones del 5% y 9% presentaron reducciones del 15.5% y 12.1%. A los 14 días, las reducciones fueron del 1%, 16.5% y 11.4% respectivamente, y a los 28 días de 3.6%, 10.8% y 9.6%. La investigación concluye que las dosificaciones óptimas de celulosa reciclada son de 5% para la resistencia a compresión, alcanzando 191.9 kg/cm², y 1% para la resistencia a flexión, con un valor de 39.5 kg/cm².

En los estudios realizados por Chinchano (2020), Revilla (2024), y Pablo y Ortiz (2020) se analizó el impacto de distintos materiales reciclados en las propiedades mecánicas del concreto, obteniéndose resultados mixtos en cuanto a resistencia a compresión, flexión y densidad. Chinchano observó que la incorporación de residuos de caucho en concreto aumenta la resistencia a compresión en un 10%, pero solo cuando el porcentaje es bajo (alrededor del 10%); porcentajes mayores reducen la resistencia. Similarmente, Revilla encontró que al sustituir hasta un 5% de agregado fino por caucho se incrementa la resistencia a compresión, mientras que valores mayores disminuyen tanto la resistencia a compresión como a flexión y la densidad. En contraste, Pablo y Ortiz mostraron que la adición de celulosa de papel bond reciclado en concreto afecta negativamente las propiedades mecánicas en todos los porcentajes probados (1%, 5% y 9%), siendo el 5% la dosis que menos impacta negativamente la resistencia a compresión y el 1% la óptima para la resistencia a flexión. En conjunto, estos estudios sugieren que la inclusión de materiales reciclados puede ser beneficiosa en cantidades moderadas para algunos parámetros del concreto, aunque la elección del material y la proporción son críticas para minimizar efectos negativos en resistencia y densidad.

CONCLUSIONES

General, la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en el concreto hidráulico de la provincia de San Román mostró efectos contrastantes: el papel reciclado redujo el asentamiento, pero disminuyó la resistencia a compresión y flexión a altas proporciones, mientras que el caucho mejoró la resistencia a compresión y flexión, aunque aumentó el asentamiento. Estos resultados sugieren que el caucho tiene un mayor potencial para mejorar la resistencia del concreto, mientras que el papel reciclado influye principalmente en la trabajabilidad, requiriendo un balance adecuado para optimizar sus propiedades.

Primera, la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas generó efectos contrastantes en el asentamiento del concreto. La muestra control presentó un asentamiento de 3.61". Al añadir papel reciclado en proporciones de 1.5%, 3% y 7%, el asentamiento disminuyó progresivamente, registrando valores de 3.45, 3.12 y 2.98", respectivamente. En cambio, la adición de caucho de llantas trituradas como reemplazo parcial del agregado fino en porcentajes de 5%, 12% y 20% tuvo un efecto inverso, aumentando el asentamiento de 3.81 a 4.14".

Segunda, la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas influyó en la resistencia a compresión del concreto hidráulico. La muestra control alcanzó una resistencia de 218.17 kg/cm². Al añadir 1.5% de papel reciclado, la resistencia aumentó ligeramente a 220.42 kg/cm², pero al incrementar la proporción de papel reciclado, la resistencia comenzó a disminuir. Por otro lado, el reemplazo parcial del agregado fino con un 20% de caucho de llanta triturada resultó en una resistencia superior, alcanzando 230.79 kg/cm².



Tercera, la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas tuvo un efecto notable en la resistencia a flexión del concreto hidráulico. La muestra control presentó una resistencia de 32.40 kg/cm². Al incorporar un 1.5% de papel reciclado, la resistencia aumentó ligeramente a 33.94 kg/cm²; sin embargo, al aumentar la proporción de papel reciclado, se observó una disminución progresiva en la resistencia, lo que sugiere que niveles más altos de este material afectan negativamente esta propiedad. En contraste, el reemplazo parcial del agregado fino con un 20% de caucho de llanta triturada mejoró significativamente la resistencia a flexión, alcanzando un valor de 38.39 kg/cm².



RECOMENDACIONES

General, utilizar caucho de llantas trituradas en proporciones moderadas, especialmente en reemplazo del agregado fino, para mejorar la resistencia a compresión y flexión del concreto hidráulico, sin que se vea comprometida su trabajabilidad. Para el papel reciclado, se sugiere emplearlo en menores proporciones, ya que su impacto positivo en el asentamiento puede verse contrarrestado por su efecto negativo en la resistencia a medida que se aumenta su concentración.

Primera, considerar distintas proporciones en la mezcla y llevar a cabo el ensayo de tiempo de fraguado para obtener un estudio más completo de las características del concreto. Esto permitirá una mejor comprensión de su comportamiento y optimización en diversas aplicaciones.

Segunda, tener especial cuidado en las lecturas del equipo de rotura, ya que de ellas dependerá la precisión de los resultados y gráficos obtenidos. Además, es fundamental determinar con exactitud la edad de los especímenes y asegurar un correcto centrado de la probeta al momento de realizar el ensayo.

Tercera, realizar investigaciones adicionales para evaluar otras propiedades físico-mecánicas del concreto, tales como la resistencia al corte, el módulo de elasticidad, la durabilidad, la expansión y el tiempo de fraguado. Asimismo, se sugiere estudiar en detalle las propiedades químicas del material.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Argueta, D. R. M., & Arévalo, A. A. G. (2024). *Doble tratamiento asfáltico reciclado como subbase para pavimento de concreto hidráulico* [Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC].
<https://repositorio.unitec.edu/xmlui/handle/123456789/12985>
- Asenjo Bustamante, J. S. (2023). Caracterización de las Propiedades Físico—Mecánicas del Concreto Incorporando Caucho Desmenuzado. *Repositorio Institucional - USS*.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11069>
- Carpio Choque, B. D. (2023). Propiedades físicas y mecánicas de concreto hidráulico modificados con cenizas de cartón y cerámico reciclado para revestido de canales, Cusco 2023. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/139848>
- Castro Seminario, W. E., & Chanta Abad, J. A. (2023). Adición de caucho reciclado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, Tumbes 2023. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/144210>
- Chiang, A. G. S., & Santos, L. E. R. (2023). *Análisis de propiedades mecánicas del concreto hidráulico con fibras textiles de llantas recicladas en San Pedro Sula, 2019*.
<https://repositorio.unitec.edu/xmlui/handle/123456789/10160>
- Chinchano Poma, E. (2020). Estudio experimental de la resistencia mecánica a la compresión del concreto adicionado con residuos de llantas de caucho, Huanuco 2019. *Universidad de Huánuco*.
<https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/123456789/2449>
- Condori Mamani, W. C., & Lipe Mullisaca, D. (2022). Influencia del caucho reciclado en el comportamiento físico mecánico en el concreto estructural $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Juliaca



2022. *Repositorio Institucional* - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98812>
- Dionicio Cosme, S. C. (2022). Análisis del comportamiento mecánico del concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para veredas sustituyendo el agregado fino parcialmente por caucho reciclado, Lima – 2022. *Repositorio Institucional* - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/116511>
- Erazo Lasso, S. A., & Pupiales Hernández, D. E. (2016). *Incidencia del ripio procedente de llantas de vehículos automotores en las características físico mecánicas del concreto hidráulico* [Monografía]. Universidad de Nariño.
<https://sired.udenar.edu.co/9204/>
- Fernández, J. E. J. (2022). *Análisis de mezclas de concreto hidráulico a base de pead reciclado como agregado grueso para losas de bajo tránsito vehicular*.
<https://repositorio.unach.mx/jspui/handle/123456789/4070>
- Fernández Rivasplata, M. R., & Huaman Tanta, F. (2022). Evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y resistencia del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ adicionando fibra de caucho reciclado, Chepen-2022. *Repositorio Institucional* - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96965>
- Goicochea Rimarache, J. J. (2024). Influencia del papel reciclado en las propiedades mecánicas del concreto. *Repositorio Institucional* - USS.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/12610>
- Huamani Huaco, J. S. (2022). Análisis de la incidencia de residuos de neumáticos reciclados a las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, Juliaca, 2022. *Repositorio Institucional* - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109269>
- Javela, J. (2022). *Valoración de resistividad superficial, durabilidad al ataque de sulfatos, permeabilidad y humedad del concreto endurecido adicionado con caucho reciclado de llanta*. <https://repository.udistrital.edu.co/items/4b3c3fa9-0c47-46a6-9558-9ab64d2e1223>



- León Torres, D. H. (2022). *Análisis del comportamiento del concreto con triturado de neumático agregado en elementos no estructurales* [Trabajo de grado - Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82097>
- Martínez Hernández, M. C., Lancheros Gonzalez, D. F., & Garzón Niño, J. M. (2016). *Estudio del comportamiento mecánico del concreto hidráulico modificado parcialmente con caucho*. [Thesis].
<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5755>
- Montaña Betancourt, J. A., & Zarta Tocora, J. C. (2020). *Concreto modificado con papel reciclado* [Thesis]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5671>
- Morán Salán, U. J. (2022). *Análisis comparativo de concreto hidráulico 4000 psi con adición de caucho al 5 %, 10 % y 15 % como aditivo modificador en la resistencia de compresión y flexión para la elaboración de pavimentos articulados* [Other, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>
- Pablo García, M., & Ortiz Mandujano, C. R. (2020). Efecto de la incorporación de celulosa del papel bond reciclado en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Lima – 2020. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53229>
- Quispe Justo, J. V. (2022). *Influencia de la incorporación de caucho reciclado en el concreto estructural y su respuesta sísmica hipotética, Juliaca 2021*.
- Revilla López, A. N. (2024). Determinación de las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², sustituyendo parcialmente el agregado fino por residuos de llantas de caucho. *Universidad Nacional de Cajamarca*.
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6503>
- Reyes Gutiérrez, C. G. O. (2024). Influencia de caucho granulado en las propiedades mecánicas del concreto. *Repositorio Institucional - USS*.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/12618>



- Rodriguez, J. (2021). *Uso de caucho de desecho en la elaboración de concreto hidráulico*.
<http://riaa.uaem.mx/xmlui/handle/20.500.12055/1444>
- Rodriguez, Y. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik.
- Salas, E. (2023). *Universidad Andina del Cusco—Repositorio Institucional*.
<https://repositorio.uandina.edu.pe/item/075c3414-625a-462f-a23e-030c44d5ca91>
- Santos, M. (2021). *Uso de materiales reciclables en la elaboración de un concreto hidráulico*. <https://repository.unimilitar.edu.co/items/bc76db86-b2ef-4221-ae7-5ef57143bb1a>
- Taco, G. (2023). *Universidad Andina del Cusco—Repositorio Institucional*.
<https://repositorio.uandina.edu.pe/item/31f3be98-a317-498f-b91d-678ce3cb710f>
- Tucto Valerio, D. (2022). Diseño de pavimento rígido con incorporación de caucho reciclado como mejora a la infraestructura vial, Avenida Lima, Chilca 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/119255>
- Vega Vega, I. I. (2022). Diseño de pavimento rígido y articulado utilizando caucho reciclado de neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105168>



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
¿Cuál es la variación de las propiedades del concreto hidráulico con la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la provincia de San Román 2024?	Comparar las propiedades del concreto hidráulico con la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la provincia de San Román 2024.	La incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas mejorara significativamente las propiedades del concreto hidráulico en comparación con el concreto convencional en la provincia de San Román 2024.	<p>Variable Independiente:</p> <p><i>PAPEL RECICLADO, CAUCHO DE LLANTA TRITURADA</i></p> <p>Indicadores:</p> <p>Papel reciclado: 1.5%, 3% y 7%. Caucho de llanta triturada: 5%, 12% y 20%.</p> <p>Variable dependiente</p> <p><i>PROPIEDADES DEL CONCRETO</i></p> <p>Indicadores:</p> <p>Asentamiento Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión</p>	<p>Dosificación en laboratorio; balanza.</p> <p>Equipos y herramienta en laboratorio.</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
¿Cuál es el efecto de la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en el asentamiento de la mezcla fresca de concreto hidráulico en la provincia de San Román 2024?	Determinar el efecto de la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en el asentamiento de la mezcla fresca de concreto hidráulico en la provincia de San Román 2024.	La incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas afectara el asentamiento de la mezcla fresca de concreto hidráulico en la provincia de San Román 2024, generando una diferencia significativa en comparación con el concreto sin aditivos reciclados.		
¿Qué influencia tiene la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la resistencia a compresión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm ² en la provincia de San Román 2024?	Evaluar la influencia que tiene la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la resistencia a compresión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm ² en la provincia de San Román 2024.	La inclusión de papel reciclado y caucho de llantas trituradas disminuirá la resistencia a compresión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm ² en la provincia de San Román 2024 en comparación con el concreto convencional.		
¿Qué influencia tiene la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm ² en la provincia de San Román 2024?	Analizar la influencia que tiene la incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm ² en la provincia de San Román 2024.	La incorporación de papel reciclado y caucho de llantas trituradas reducirá la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm ² en la provincia de San Román 2024 en comparación con el concreto sin aditivos reciclados.		



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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

SOLICITANTE : BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 04 - 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	473.41
					B -Peso de muestra saturada seca (SSS)	493.87
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	Wc -Peso del picnómetro con agua	1328.00
					W -Peso del Pic. + muestra + agua	1627.55
N° 8	57.26	11.45	11.45	88.55	PESO ESPECÍFICO	
N° 16	67.41	13.48	24.93	75.07	Wc+B = 1822	Wc+B-W = 194
N° 30	99.87	19.97	44.91	55.09	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W} = 2.54$	gr/cm ³
N° 50	126.45	25.29	70.20	29.80	ABSORCIÓN	
N° 100	98.67	19.73	89.93	10.07	B = 493.87	B-A = 20.46
N° 200	40.63	8.13	98.06	1.94	Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A} = 4.32$	%
FONDO	9.71	1.94	100.00	0.00	Observaciones sobre el Análisis Granulométrico	
SUMA	500.00	100.00			Mf = MÓDULO DE FINEZA 2.41	

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	780.22
					B -Peso de muestra saturada seca (SSS)	802.06
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	Wc -Peso del picnómetro con agua	1328.00
					W -Peso del Pic. + muestra + agua	1764.66
1"	24.37	0.49	0.49	99.51	PESO ESPECÍFICO	
3/4"	287.56	8.22	8.70	91.30	Wc+B = 2130	Wc+B-W = 365
1/2"	879.54	25.13	33.83	66.17	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W} = 2.20$	gr/cm ³
3/8"	914.58	26.13	59.96	40.04	ABSORCIÓN	
1/4"	786.54	22.47	82.44	17.56	B = 802.06	B-A = 21.84
N° 4	607.41	17.35	77.32	22.68	Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.80$	%
FONDO	0.00	0.00	77.32	22.68	Observaciones sobre el Análisis Granulométrico	
SUMA	3500.00	70.00				

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



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

BIE : B007 - 00053226



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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

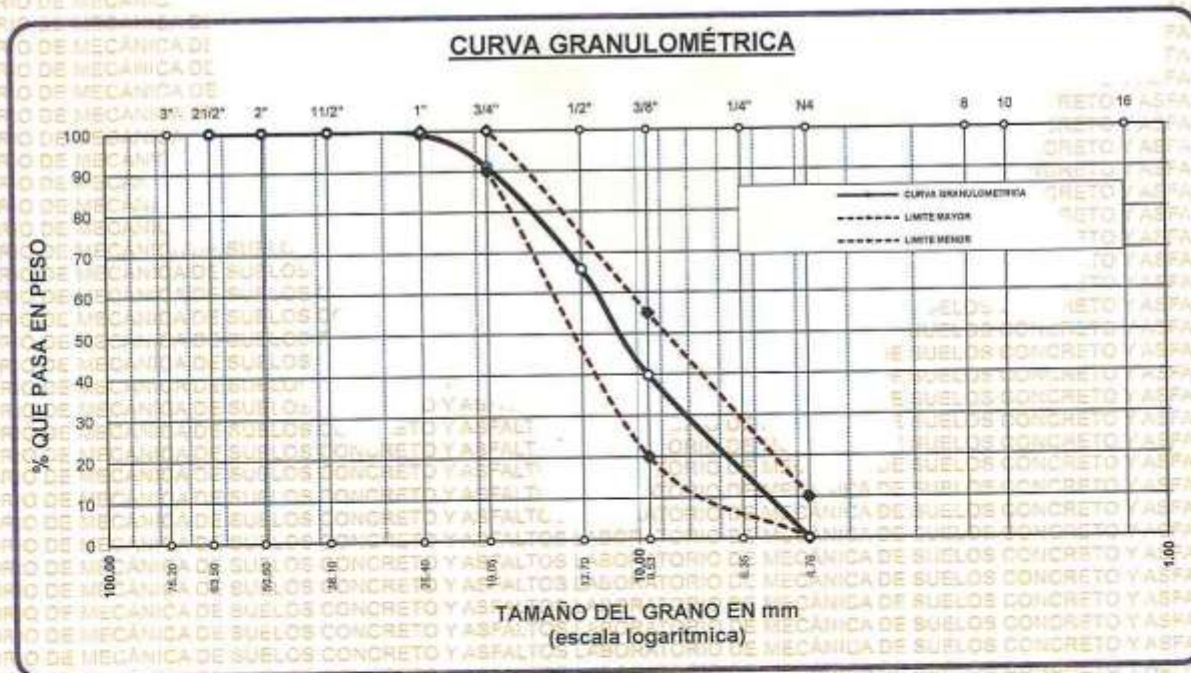
SOLICITANTE : BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 04 - 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	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	90 - 100 %	OBSERVACIONES:
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	24.37	0.70	0.70	99.30	20 - 55 %	
3/4"	19.050	287.56	8.22	8.91	91.09		
1/2"	12.700	879.54	25.13	34.04	65.96	0 - 10 %	
3/8"	9.525	914.58	26.13	60.17	39.83		
1/4"	6.350	786.54	22.47	82.65	17.35		
No4	4.760	607.41	17.35	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.00	0.00		
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

Mtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 1173257



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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

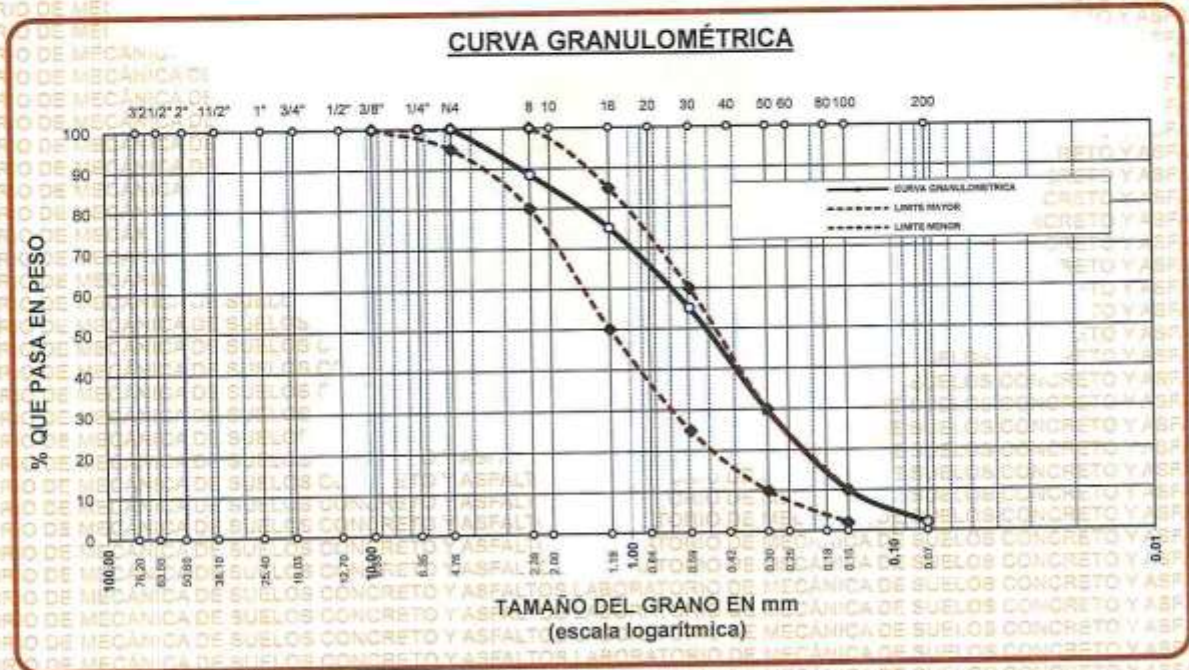
SOLICITANTE : BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 04 - NOVIEMBRE - 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 2.41
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	
No8	2.380	57.26	11.45	11.45	88.55	50 - 85 %	
No16	1.190	67.41	13.48	24.93	75.07	25 - 60 %	
No30	0.590	99.87	19.97	44.91	55.09	10 - 30 %	
No 50	0.300	126.45	25.29	70.20	29.80	2-10%	
No100	0.149	98.67	19.73	89.93	10.07		
No200	0.074	40.63	8.13	98.06	1.94		
BASE		9.71	1.94	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA							



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

M.S.C. *[Firma]*
Negr. Arnaldo Yana-Torres
CIP. 103257



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



PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

SOLICITANTE : BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 04 - NOVIEMBRE - 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	370.68
P.T.M. SECA	360.33
P.TARRO	39.14
P. AGUA	10.35
P.S. SECO	321.19
% HUMEDAD	3.22

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	580.41
P.T.M. SECA	567.22
P.TARRO	40.12
P. AGUA	13.19
P.S. SECO	527.10
% HUMEDAD	2.50

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9195	5944	2094	1553
9188	5944	2094	1549
9197	5944	2094	1553
			1552

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12516	7964	3091	1473
12527	7964	3091	1476
12536	7964	3091	1479
			1476

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9524	5944	2094	1710
9536	5944	2094	1715
9530	5944	2094	1712
			1712

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12925	7964	3091	1605
12930	7964	3091	1607
12935	7964	3091	1608
			1607

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADAS POR LOS TESISISTAS EN LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAS INGENIERIA CIVIL
Ing. Arnaldo Yana Torres
C.I.P. 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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

SOLICITANTE : BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 04 -NOVIEMBRE - 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5944 gr	5944 gr	5944 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2094 cm ³	2094 cm ³	2094 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9195.00 gr	9188.00 gr	9197.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3251.00 gr	3244.00 gr	3253.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.553 gr/cm ³	1.549 gr/cm ³	1.553 gr/cm ³
PROMEDIO		1.552 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5944 gr	5944 gr	5944 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2094 cm ³	2094 cm ³	2094 cm ³
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9524.00 gr	9536.00 gr	9530.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3580.00 gr	3592.00 gr	3586.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.710 gr/cm ³	1.715 gr/cm ³	1.712 gr/cm ³
PROMEDIO		1.712 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

LABORATORIO
M.S.C.A. JEFATURA
ARIACA

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arnoldo 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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

SOLICITANTE : BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 04 - NOVIEMBRE - 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE		7964 gr	7964 gr
VOLUMEN DEL MOLDE		3091 cm ³	3091 cm ³
COLOCACIÓN DE MUESTRA A MOLDE		CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA		12516.00 gr	12527.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA		4552.00 gr	4572.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA		1.473 gr/cm ³	1.479 gr/cm ³
PROMEDIO			1.476 gr/cm ³

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE		7964 gr	7964 gr
VOLUMEN DEL MOLDE		3091 cm ³	3091 cm ³
Nº DE CAPAS		3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA		25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA		12925.00 gr	12930.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA		4961.00 gr	4971.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA		1.605 gr/cm ³	1.607 gr/cm ³
PROMEDIO			1.607 gr/cm ³

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Ena Torres
CIP. 107257



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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PÁPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

SOLICITANTE : BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA

CANTERA : CANTERA UNOCOLLA

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

FECHA : 04 - NOVIEMBRE - 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	370.68
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	360.33
PESO DEL TARRO (gr.)	39.14
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	331.54
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	321.19
PESO DEL AGUA (gr.)	10.35
% HUMEDAD	3.22

MUESTRA : AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	580.41
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	567.22
PESO DEL TARRO (gr.)	40.12
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	540.29
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	527.10
PESO DEL AGUA (gr.)	13.19
% HUMEDAD	2.50

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



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

Metr. *Arnando 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 $F'c = 280 \text{ Kg./cm.}^2$

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024
SOLICITANTE : BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO-YANA
CANTERA : CANTERA UNOCOLLA
UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 04 - 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		2.54
P.e SSS	2.20	
P.e Bulk		1712
P.U. Varillado	1607	
P.U. Suelto	1476	1552
% de Absorción	2.80	4.32
% de Humedad Natural	2.50	3.22
Modulo de Fineza	-	2.41

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal 3/4" (19.05mm)
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m³
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.56
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:
 $(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 366 \text{ Kg/m}^3$



7. De acuerdo al módulo de finiza del agregado fino = 2.41 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1607 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.659 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.659) \cdot (1607) = 1059 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (366) / (3.04 \cdot 1000) = 0.121 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (1059) / (2.20 \cdot 1000) = 0.482 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.828 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

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

$$(0.172) \cdot (2.54) \cdot 1000 = 437 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (1059) \cdot (1.0250237) = 1085 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (437) \cdot (1.0322) = 451 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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:

$$205 - 1059 \cdot \left(\frac{2.50 - 2.80}{100} \right) - 437 \cdot \left(\frac{3.22 - 4.32}{100} \right) = 213$$

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 HUMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	213	0.58
Agreg. Grueso	1059	2.89	1085	2.96
Agreg. Fino	437	1.19	451	1.23
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	52.39 Kg.
Agregado grueso húmedo	126.00 Kg.
Agua efectiva	24.72 Kg.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL

Ing. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:		Redondo	
1.19	p3 de Arena	1.2	p3 de Arena
3.02	p3 de Piedra Chancada	3.0	p3 de Piedra Chancada
25	Lt de Agua	25	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 deberá 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 DEL CENTRO DEL PERÚ
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 102297



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 COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024
SOLICITANTE BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA
LUGAR LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA 04 - NOVIEMBRE - 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	28695	15.01	176.95	162.16	210	04/11/2024	12/11/2024	7	77.22
2	MST-02	28689	14.98	176.24	162.78	210	04/11/2024	12/11/2024	7	77.51
3	MST-03	28688	15.01	176.95	162.12	210	04/11/2024	12/11/2024	7	77.20
4	MST-04	28675	14.98	176.24	162.70	210	04/11/2024	12/11/2024	7	77.48
5	MST-05	28690	15.01	176.95	162.14	210	04/11/2024	12/11/2024	7	77.21
Promedio De Esf. Rotura					162.38					77.32

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	33325	14.99	176.48	188.83	210	04/11/2024	19/11/2024	14	89.92
2	MST-07	33358	15.00	176.71	188.77	210	04/11/2024	19/11/2024	14	89.89
3	MST-08	33362	14.99	176.48	189.04	210	04/11/2024	19/11/2024	14	90.02
4	MST-09	33345	14.98	176.24	189.20	210	04/11/2024	19/11/2024	14	90.09
5	MST-10	33338	15.00	176.71	188.65	210	04/11/2024	19/11/2024	14	89.84
Promedio De Esf. Rotura					188.90					89.95

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	38536	15.01	176.95	217.76	210	04/11/2024	03/12/2024	28	103.70
2	MST-12	38546	15.01	176.95	217.84	210	04/11/2024	03/12/2024	28	103.73
3	MST-13	38552	15.01	176.95	217.87	210	04/11/2024	03/12/2024	28	103.75
4	MST-14	38537	14.98	176.24	218.66	210	04/11/2024	03/12/2024	28	104.12
5	MST-15	38550	14.98	176.24	218.73	210	04/11/2024	03/12/2024	28	104.16
Promedio De Esf. Rotura					218.17					103.89

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
M.Sc. JEFFERSON
Mgtr. Argaño Yana Torres



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024
SOLICITANTE: BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 04 - NOVIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 1.5% DE PAPEL RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	29315	15.01	176.95	165.67	210	04/11/2024	12/11/2024	7	78.89
2	MST-02	29328	15.01	176.95	165.74	210	04/11/2024	12/11/2024	7	78.92
3	MST-03	29294	14.98	176.24	166.21	210	04/11/2024	12/11/2024	7	79.15
4	MST-04	29245	14.98	176.24	165.94	210	04/11/2024	12/11/2024	7	79.02
5	MST-05	29216	15.01	176.95	165.11	210	04/11/2024	12/11/2024	7	78.62
Promedio De Esf. Rotura					165.73					78.92

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	33642	15.01	176.95	190.12	210	04/11/2024	19/11/2024	14	90.53
2	MST-07	33685	15.01	176.95	190.36	210	04/11/2024	19/11/2024	14	90.65
3	MST-08	33650	15.01	176.95	190.17	210	04/11/2024	19/11/2024	14	90.56
4	MST-09	33611	15.01	176.95	189.95	210	04/11/2024	19/11/2024	14	90.45
5	MST-10	33600	15.01	176.95	189.88	210	04/11/2024	19/11/2024	14	90.42
Promedio De Esf. Rotura					190.10					90.52

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	38975	15.01	176.95	220.26	210	04/11/2024	03/12/2024	28	104.89
2	MST-12	38963	14.98	176.24	221.07	210	04/11/2024	03/12/2024	28	105.27
3	MST-13	38980	15.01	176.95	220.29	210	04/11/2024	03/12/2024	28	104.90
4	MST-14	38973	15.01	176.95	220.25	210	04/11/2024	03/12/2024	28	104.88
5	MST-15	38968	15.01	176.95	220.21	210	04/11/2024	03/12/2024	28	104.86
Promedio De Esf. Rotura					220.42					104.96

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
Melvin William Pelinco Yana
Bach. Melvin William Pelinco Yana
CIP 1032757



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 COMPRESIÓN

NTP 336.034

TEMA

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

SOLICITANTE

BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

04 - NOVIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 3% DE PAPEL RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	28344	15.01	176.95	160.18	210	04/11/2024	12/11/2024	7	76.28
2	MST-02	28353	15.01	176.95	160.23	210	04/11/2024	12/11/2024	7	76.30
3	MST-03	28363	14.98	176.24	160.93	210	04/11/2024	12/11/2024	7	76.63
4	MST-04	28360	14.98	176.24	160.91	210	04/11/2024	12/11/2024	7	76.63
5	MST-05	28396	15.01	176.95	160.47	210	04/11/2024	12/11/2024	7	76.42
Promedio De Esf. Rotura					160.55					76.45

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	32987	15.01	176.95	186.42	210	04/11/2024	19/11/2024	14	88.77
2	MST-07	32959	15.01	176.95	186.26	210	04/11/2024	19/11/2024	14	88.70
3	MST-08	32968	15.01	176.95	186.31	210	04/11/2024	19/11/2024	14	88.72
4	MST-09	32938	15.01	176.95	186.14	210	04/11/2024	19/11/2024	14	88.64
5	MST-10	32944	15.01	176.95	186.18	210	04/11/2024	19/11/2024	14	88.66
Promedio De Esf. Rotura					186.26					88.70

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	37938	15.01	176.95	214.40	210	04/11/2024	03/12/2024	28	102.09
2	MST-12	37905	14.98	176.24	215.07	210	04/11/2024	03/12/2024	28	102.42
3	MST-13	37952	15.01	176.95	214.48	210	04/11/2024	03/12/2024	28	102.13
4	MST-14	37933	15.01	176.95	214.37	210	04/11/2024	03/12/2024	28	102.06
5	MST-15	37940	15.01	176.95	214.41	210	04/11/2024	03/12/2024	28	102.10
Promedio De Esf. Rotura					214.55					102.16

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

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

Melvin William Pelinco Yana
193257



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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024.
SOLICITANTE: BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 04 - NOVIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 7% DE PAPEL RECICLADO

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	26758	15.01	176.95	151.22	210	04/11/2024	12/11/2024	7	72.01
2	MST-02	26784	15.01	176.95	151.25	210	04/11/2024	12/11/2024	7	72.02
3	MST-03	26771	14.98	176.24	151.60	210	04/11/2024	12/11/2024	7	72.33
4	MST-04	26784	14.98	176.24	151.97	210	04/11/2024	12/11/2024	7	72.37
5	MST-05	26770	15.01	176.95	151.29	210	04/11/2024	12/11/2024	7	72.04
Promedio De Esf. Rotura					151.52					72.15

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	31002	15.01	176.95	175.20	210	04/11/2024	19/11/2024	14	83.43
2	MST-07	31011	15.01	176.95	175.25	210	04/11/2024	19/11/2024	14	83.45
3	MST-08	31024	15.01	176.95	175.33	210	04/11/2024	19/11/2024	14	83.49
4	MST-09	31098	15.01	176.95	175.74	210	04/11/2024	19/11/2024	14	83.69
5	MST-10	31017	15.01	176.95	175.29	210	04/11/2024	19/11/2024	14	83.47
Promedio De Esf. Rotura					175.36					83.51

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	36502	15.01	176.95	206.28	210	04/11/2024	03/12/2024	28	98.23
2	MST-12	36417	14.98	176.24	206.63	210	04/11/2024	03/12/2024	28	98.39
3	MST-13	36548	15.01	176.95	206.54	210	04/11/2024	03/12/2024	28	98.35
4	MST-14	36420	15.01	176.95	205.82	210	04/11/2024	03/12/2024	28	98.01
5	MST-15	36416	15.01	176.95	205.60	210	04/11/2024	03/12/2024	28	98.00
Promedio De Esf. Rotura					206.22					98.20

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
F.C.P. - CAP. INGENIERÍA CIVIL
Melvin William Pelinco Yana
Ing. Arnulfo Yana Torres
04.11.2024



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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024
SOLICITANTE : BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 04 - NOVIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 5% DE CAUCHO DE LLANTAS

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	29062	15.01	176.95	164.24	210	04/11/2024	12/11/2024	7	78.21
2	MST-02	29043	15.01	176.95	164.13	210	04/11/2024	12/11/2024	7	78.16
3	MST-03	29039	15.01	176.95	164.11	210	04/11/2024	12/11/2024	7	78.15
4	MST-04	29052	15.01	176.95	164.18	210	04/11/2024	12/11/2024	7	78.18
5	MST-05	29044	15.01	176.95	164.14	210	04/11/2024	12/11/2024	7	78.16
Promedio De Esf. Rotura					164.16					78.17

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	34098	15.01	176.95	192.70	210	04/11/2024	19/11/2024	14	91.76
2	MST-07	34076	15.01	176.95	192.57	210	04/11/2024	19/11/2024	14	91.70
3	MST-08	34079	15.01	176.95	192.59	210	04/11/2024	19/11/2024	14	91.71
4	MST-09	34088	14.98	176.24	193.41	210	04/11/2024	19/11/2024	14	92.10
5	MST-10	34092	15.01	176.95	192.66	210	04/11/2024	19/11/2024	14	91.74
Promedio De Esf. Rotura					192.79					91.80

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	39188	15.01	176.95	221.48	210	04/11/2024	03/12/2024	28	105.46
2	MST-12	39193	15.01	176.95	221.49	210	04/11/2024	03/12/2024	28	105.47
3	MST-13	39179	15.01	176.95	221.41	210	04/11/2024	03/12/2024	28	105.43
4	MST-14	39190	14.98	176.24	222.36	210	04/11/2024	03/12/2024	28	105.89
5	MST-15	39175	15.01	176.95	221.39	210	04/11/2024	03/12/2024	28	105.42
Promedio De Esf. Rotura					221.62					105.54

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

LABORATORIO M.S.C.A.
REPÚBLICA DEL PERÚ
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Mr. Renato Yana Torres

BIE : B007 - 00053226



UNIVERSIDAD NACIONAL "MESTOR 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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024
SOLICITANTE : BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 04 - NOVIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 12% DE CAUCHO DE LLANTAS

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	29701	15.01	176.95	167.85	210	04/11/2024	12/11/2024	7	79.93
2	MST-02	29650	15.01	176.95	167.56	210	04/11/2024	12/11/2024	7	79.79
3	MST-03	29692	15.01	176.95	167.80	210	04/11/2024	12/11/2024	7	79.90
4	MST-04	29633	15.01	176.95	167.47	210	04/11/2024	12/11/2024	7	79.75
5	MST-05	29590	15.01	176.95	167.79	210	04/11/2024	12/11/2024	7	79.90
Promedio De Esf. Rotura					167.69					79.85

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	35065	14.98	176.24	198.96	210	04/11/2024	19/11/2024	14	94.74
2	MST-07	35049	15.01	176.95	198.07	210	04/11/2024	19/11/2024	14	94.32
3	MST-08	35065	14.98	176.24	198.96	210	04/11/2024	19/11/2024	14	94.74
4	MST-09	35059	14.98	176.24	198.92	210	04/11/2024	19/11/2024	14	94.73
5	MST-10	35082	14.98	176.24	198.94	210	04/11/2024	19/11/2024	14	94.73
Promedio De Esf. Rotura					198.77					94.65

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	40279	15.01	176.95	227.63	210	04/11/2024	03/12/2024	28	108.39
2	MST-12	40295	15.01	176.95	227.72	210	04/11/2024	03/12/2024	28	108.44
3	MST-13	40287	15.01	176.95	227.67	210	04/11/2024	03/12/2024	28	108.42
4	MST-14	40279	14.98	176.24	228.54	210	04/11/2024	03/12/2024	28	108.93
5	MST-15	40293	15.01	176.95	227.71	210	04/11/2024	03/12/2024	28	108.43
Promedio De Esf. Rotura					227.85					108.50

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



UNIVERSIDAD NACIONAL "MESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAL INGENIERÍA CIVIL
Mstr. Arnaldo Yana Torres
C.P. 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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024
SOLICITANTE: BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 04 - NOVIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 20% DE CAUCHO DE LLANTAS

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	30210	15.01	176.95	170.73	210	04/11/2024	12/11/2024	7	81.30	
2	MST-02	30206	15.01	176.95	170.70	210	04/11/2024	12/11/2024	7	81.29	
3	MST-03	30212	15.01	176.95	170.74	210	04/11/2024	12/11/2024	7	81.30	
4	MST-04	30223	15.01	176.95	170.80	210	04/11/2024	12/11/2024	7	81.33	
5	MST-05	30219	15.01	176.95	170.78	210	04/11/2024	12/11/2024	7	81.32	
Promedio De Esf. Rotura					170.75						81.31

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	35697	14.98	176.24	203.68	210	04/11/2024	19/11/2024	14	96.99	
2	MST-07	35963	15.01	176.95	203.24	210	04/11/2024	19/11/2024	14	96.78	
3	MST-08	35857	14.98	176.24	203.45	210	04/11/2024	19/11/2024	14	96.88	
4	MST-09	35849	14.98	176.24	203.41	210	04/11/2024	19/11/2024	14	96.86	
5	MST-10	35919	14.98	176.24	203.80	210	04/11/2024	19/11/2024	14	97.05	
Promedio De Esf. Rotura					203.52						96.91

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	40835	15.01	176.95	230.77	210	04/11/2024	03/12/2024	28	109.89	
2	MST-12	40837	15.01	176.95	230.78	210	04/11/2024	03/12/2024	28	109.90	
3	MST-13	40852	15.01	176.95	230.87	210	04/11/2024	03/12/2024	28	109.94	
4	MST-14	40700	14.98	176.24	230.93	210	04/11/2024	03/12/2024	28	109.97	
5	MST-15	40807	15.01	176.95	230.61	210	04/11/2024	03/12/2024	28	109.82	
Promedio De Esf. Rotura					230.79						109.90

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - EAP INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 303257



UNIVERSIDAD ANCAH 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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024.

SOLICITANTE

BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

04 - NOVIEMBRE - 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	1140.33	16.95	16.96	04/11/2024	12/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1143.26	16.94		04/11/2024	12/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1146.07	17.09		04/11/2024	12/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1140.99	16.90		04/11/2024	12/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1139.33	16.94		04/11/2024	12/11/2024	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	1666.41	24.77	24.83	04/11/2024	19/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1670.56	24.91		04/11/2024	19/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1669.67	24.82		04/11/2024	19/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1672.73	24.76		04/11/2024	19/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1665.74	24.84		04/11/2024	19/11/2024	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	2176.46	32.35	32.40	04/11/2024	03/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2180.62	32.31		04/11/2024	03/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	2184.33	32.58		04/11/2024	03/12/2024	26
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2173.26	32.20		04/11/2024	03/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2189.51	32.55		04/11/2024	03/12/2024	28

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANCAH NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CARR. INGENIERÍA CIVIL

Melvin William Pelinco Yana
C.I.P. 101027

BIF - R007 - 00053226



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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024.

SOLICITANTE : BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 04 - NOVIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 1.5% DE PAPEL RECICLADO

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	1191.24	17.71	17.60	04/11/2024	12/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1184.17	17.54		04/11/2024	12/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1173.09	17.38		04/11/2024	12/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1185.14	17.56		04/11/2024	12/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1197.16	17.80		04/11/2024	12/11/2024	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	1734.26	25.78	25.75	04/11/2024	19/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1721.54	25.50		04/11/2024	19/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1745.61	25.86		04/11/2024	19/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1736.59	25.73		04/11/2024	19/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1747.71	25.89		04/11/2024	19/11/2024	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	2290.32	34.04	33.94	04/11/2024	03/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2286.26	33.87		04/11/2024	03/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2289.32	33.92		04/11/2024	03/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2293.27	33.97		04/11/2024	03/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2287.16	33.86		04/11/2024	03/12/2024	28

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL

M.S.C.A. JEFATURA

Melvin Aracelio Yana Torres



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 HIDRAULICO CON LA INCORPORACION DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMAN 2024
SOLICITANTE : BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO-YANA
LUGAR : LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 04 - NOVIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 3% DE PAPEL RECICLADO

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	1113.12	16.55	16.54	04/11/2024	12/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1112.26	16.48		04/11/2024	12/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1116.09	16.53		04/11/2024	12/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1118.16	16.57		04/11/2024	12/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1114.24	16.56		04/11/2024	12/11/2024	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
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1656.42	24.62	24.38	04/11/2024	19/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1647.26	24.40		04/11/2024	19/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1639.16	24.28		04/11/2024	19/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1637.22	24.26		04/11/2024	19/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1642.36	24.33		04/11/2024	19/11/2024	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	2158.36	32.06	32.00	04/11/2024	03/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2154.44	31.82		04/11/2024	03/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2166.11	32.09		04/11/2024	03/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2154.22	31.91		04/11/2024	03/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2158.14	31.97		04/11/2024	03/12/2024	28

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



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

[Handwritten signature]

BIE: B007-00053226



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 HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

SOLICITANTE

BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

04 - NOVIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 7% DE PAPEL RECICLADO

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	1019.63	15.16	15.04	04/11/2024	12/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1000.42	14.82		04/11/2024	12/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1011.54	14.99		04/11/2024	12/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1022.69	15.15		04/11/2024	12/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1013.42	15.06		04/11/2024	12/11/2024	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	1535.96	22.83	22.88	04/11/2024	19/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1549.67	22.96		04/11/2024	19/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1538.82	22.80		04/11/2024	19/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1548.79	22.92		04/11/2024	19/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1545.90	22.90		04/11/2024	19/11/2024	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	2069.52	30.61	30.44	04/11/2024	03/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2041.41	30.24		04/11/2024	03/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2047.39	30.33		04/11/2024	03/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2059.64	30.51		04/11/2024	03/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2057.61	30.48		04/11/2024	03/12/2024	28

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - C.P. INGENIERÍA CIVIL

Melvin Aranda Yana Torres

BIE : B007 - 00053226



UNIVERSIDAD ANCAH "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

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

TEMA

SOLICITANTE

LUGAR

FECHA

BACHILLER MELVIN WILLIAM FELINCO YANA
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
04 - NOVIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 5% DE CAUCHO DE LLANTAS

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	1214.97	18.06	18.03	04/11/2024	12/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1215.89	18.01		04/11/2024	12/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1218.79	18.06		04/11/2024	12/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1221.96	18.10		04/11/2024	12/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1206.79	17.94		04/11/2024	12/11/2024	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	1749.97	26.01	26.09	04/11/2024	19/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1750.93	25.94		04/11/2024	19/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1759.88	26.07		04/11/2024	19/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1762.68	26.11		04/11/2024	19/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1774.74	26.29		04/11/2024	19/11/2024	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	2310.54	34.34	34.38	04/11/2024	03/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2327.81	34.48		04/11/2024	03/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2315.26	34.30		04/11/2024	03/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2320.70	34.38		04/11/2024	03/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2322.59	34.41		04/11/2024	03/12/2024	28

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

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

[Firma]

Melvin William Felinco Yana Torres
C.P. 103257

BIE : B007 - 00053226



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

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

TEMA

SOLICITANTE

LUGAR

FECHA

BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
04 - NOVIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 12% DE CAUCHO DE LLANTAS

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	1365.68	20.30	20.39	04/11/2024	12/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1378.95	20.43		04/11/2024	12/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1366.74	20.25		04/11/2024	12/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1375.63	20.38		04/11/2024	12/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1384.91	20.59		04/11/2024	12/11/2024	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
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1953.79	29.04	28.86	04/11/2024	19/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1944.85	28.81		04/11/2024	19/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1946.79	28.84		04/11/2024	19/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1938.83	28.72		04/11/2024	19/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1949.72	28.88		04/11/2024	19/11/2024	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	2508.87	37.29	37.07	04/11/2024	03/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2492.62	36.93		04/11/2024	03/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2487.49	36.85		04/11/2024	03/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2500.63	37.05		04/11/2024	03/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2514.57	37.25		04/11/2024	03/12/2024	28

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



Mr. Arnaldo Yana Torres
CIP 703257

BIE : B007 - 00053226



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

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

TEMA

SOLICITANTE

LUGAR

FECHA

BACHILLER MELVIN WILLIAM PELINCO YANA
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
04 - NOVIEMBRE - 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 20% DE CAUCHO DE LLANTAS

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	1432.97	21.30	21.33	04/11/2024	12/11/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1439.99	21.33		04/11/2024	12/11/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1440.85	21.35		04/11/2024	12/11/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1437.74	21.30		04/11/2024	12/11/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1437.73	21.37		04/11/2024	12/11/2024	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	2001.56	29.75	29.87	04/11/2024	19/11/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2013.89	29.84		04/11/2024	19/11/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2020.74	29.84		04/11/2024	19/11/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2014.65	29.85		04/11/2024	19/11/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2022.82	29.97		04/11/2024	19/11/2024	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	2597.64	38.61	38.39	04/11/2024	03/12/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2581.52	38.24		04/11/2024	03/12/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2589.61	38.36		04/11/2024	03/12/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2596.37	38.46		04/11/2024	03/12/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2582.26	38.26		04/11/2024	03/12/2024	28

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


 MELVIN WILLIAM PELINCO YANA
 BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 UANCV - JULIACA
 04/11/2024

RIE : B007 - 00053226



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 15-04-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MELVIN WILLIAN PELINCO YANA

Dirección: COMUNIDAD CAMPESINA URCUNIMUNI

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 76967693

Teléfono: 983 027 486 email: melvinpelinco@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

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

Asesor: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

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 HIDRÁULICO

CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO Y CAUCHO DE LLANTAS

TRITURADAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): PAPEL RECICLADO, CAUCHO, LLANTA, CONCRETO HIDRÁULICO Y

PROPIEDADES

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 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

15 ABRIL DEL 2025

Fecha