



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO
Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO
Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:

Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

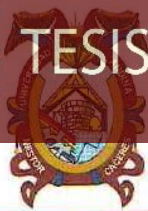
:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1154-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente **EXP. N° 2025-CU-8642** presentado por el (la) Bachiller: **LISVEDZ QUISPE CHOQUE** 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. **LISVEDZ QUISPE CHOQUE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025**, 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. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- * **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **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. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **LISVEDZ QUISPE CHOQUE**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : miércoles 01 de octubre del 2025
- * **HORA** : 14:00 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

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (e)



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 814-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 912 por el señor (a): LISVEDZ QUISPE CHOQUE quien solicita REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis), el PROVEIDO - N° 642- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 049- 2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): LISVEDZ QUISPE CHOQUE, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 049- 2025 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025, 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): LISVEDZ QUISPE CHOQUE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

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



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc. Archivo interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 558-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 26 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 6854, presentado por el señor (a) LISVEDZ QUISPE CHOQUE solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 392-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 005 -2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): LISVEDZ QUISPE CHOQUE ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 005 -2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): LISVEDZ QUISPE CHOQUE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



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

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



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

Dr. Prita Willy Romani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



18% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 16% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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


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



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	LISVEDZ QUISPE CHOQUE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75874599
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-0929-7739
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	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: San Miguel Latitud: S 15° 28' 43" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3qJ4nL7</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 - Setiembre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de Materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00



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

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo LISVEDZ QUISPE CHOQUE, identificado con DNI
Nro. 75874599, 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:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN

DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO

RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 13 de Octubre del 2025



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)





DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi mayor fuente de inspiración a lo largo de este camino. A mis hermanas por acompañarme en cada etapa de este proceso.

A mis docentes y colaboradores, por su apoyo, orientación y consejos que fueron esenciales para la culminación de este proyecto.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme y brindarme fortaleza para continuar este camino. A mis padres que gracias a ellos este logro fue posible, a mis hermanas por su apoyo en este proceso.

A todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron en la realización de esta tesis. A mis docentes por su motivación y contribución intelectual a lo largo de estos años.



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 INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática	16
1.2. Planteamiento del problema	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos.....	18
1.3. Objetivos de la investigación	18
1.3.1. Objetivo general	18
1.3.2. Objetivos específicos.....	18
1.4. Justificación de la investigación	19
1.4.1. Justificación técnica.....	19
1.4.2. Justificación económica.....	19
1.4.3. Justificación social.....	19
1.4.4. Justificación ambiental.....	20
1.5. Hipótesis de la investigación.....	20
1.5.1. Hipótesis general.....	20
1.5.2. Hipótesis específicas.....	20
1.6. Variables e indicadores	21
1.6.1. Variable independiente	21
1.6.2. Variable dependiente.....	21



1.7. Operacionalización de variables 22

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación..... 23
2.1.1. Antecedentes internacionales 23
2.1.2. Antecedentes nacionales..... 25
2.1.3. Antecedentes locales..... 29
2.2. Bases teóricas 30
2.2.1. Evaluación de las propiedades del concreto hidráulico con aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado 30
2.2.2. Componentes del concreto hidráulico 47
2.2.3. Agregados naturales..... 54
2.3. Marco Conceptual..... 59

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación 61
3.2. Tipo de la investigación 61
3.3. Nivel de la investigación 62
3.4. Diseño de la investigación 62
3.5. Método de la investigación 63
3.6. Población y muestra 63
3.6.1. Población..... 63
3.6.2. Muestra 63
3.7. Técnicas e instrumentos 66
3.7.1. Técnicas 66
3.7.2. Instrumentos..... 66
3.8. Plan de recolección y procesamiento de datos 67
3.8.1. Desarrollo del plan de recolección de datos 67
3.8.2. Procesamiento y análisis de datos..... 84



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados obtenidos 86

 4.1.1. Efecto de la adición de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado sobre el asentamiento del concreto hidráulico 93

 4.1.2. Influencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado sobre la resistencia a compresión..... 94

 4.1.3. Incidencia de la incorporación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado sobre la resistencia a la flexión 117

4.2. Discusión de Resultados 140

CONCLUSIONES..... 143

RECOMENDACIONES..... 145

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 146

ANEXOS 173



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	22
Tabla 2 Muestra para el asentamiento del CH, CR y PVC.....	64
Tabla 3 Muestras para rotura de briquetas de CH, y concreto con CR y PVC	64
Tabla 4 Muestras para rotura de viguetas de CH, y concreto con CR y PVC	65
Tabla 5 Propiedades del caucho reciclado	69
Tabla 6 Propiedades del PVC reciclado	73
Tabla 7 Peso específico y absorción de los agregados.	86
Tabla 8 Granulometría del agregado fino	87
Tabla 9 Granulometría del agregado grueso	88
Tabla 10 Diseño de mezcla para el concreto hidráulico.....	89
Tabla 11 Diseño de mezcla del CH + 3.5% CR	89
Tabla 12 Diseño de mezcla del CH + 6.5% CR	90
Tabla 13 Diseño de mezcla del CP + 9.5% CR	90
Tabla 14 Diseño de mezcla del CH + 6% PVC	91
Tabla 15 Diseño de mezcla del CH + 11% PVC	91
Tabla 16 Diseño de mezcla del CH + 16% PVC	92
Tabla 17 Trabajabilidad del concreto hidráulico + % CR.....	93
Tabla 18 Trabajabilidad del concreto hidráulico + % PVC	93
Tabla 19 Resistencia a compresión del CH – 7 días	94
Tabla 20 Resistencia a compresión del CH - 14 días	95
Tabla 21 Resistencia a compresión del CH – 28 días.....	96
Tabla 22 Resistencia a compresión del CH + 3.5% CR.....	97
Tabla 23 Resistencia a compresión del CH + 3.5% CR.....	98
Tabla 24 Resistencia a compresión del CH + 3.5% CR.....	99
Tabla 25 Resistencia a compresión del CH + 6.5% CR.....	100
Tabla 26 Resistencia a compresión del CH + 6.5% CR.....	101



Tabla 27 Resistencia a compresión del CH + 6.5% CR.....	102
Tabla 28 Resistencia a compresión del CH + 9.5% CR.....	103
Tabla 29 Resistencia a compresión del CH + 9.5% CR.....	104
Tabla 30 Resistencia a compresión del CH + 9.5% CR.....	105
Tabla 31 Resistencia a compresión del CH + 6% PVC.....	106
Tabla 32 Resistencia a compresión del CH + 6% PVC.....	107
Tabla 33 Resistencia a compresión del CH + 6% PVC.....	108
Tabla 34 Resistencia a compresión del CH + 11% PVC.....	109
Tabla 35 Resistencia a compresión del CH + 11% PVC.....	110
Tabla 36 Resistencia a compresión del CH + 11% PVC.....	111
Tabla 37 Resistencia a compresión del CH + 16% PVC.....	112
Tabla 38 Resistencia a compresión del CH + 16% PVC.....	113
Tabla 39 Resistencia a compresión del CH + 16% PVC.....	114
Tabla 40 Resistencias del CH + % CR luego de 7, 14 y 28 días de curado.....	115
Tabla 41 Resistencias del CH + % PVC luego de 7, 14 y 28 días de curado.....	116
Tabla 42 Resistencia a la flexión de CH.....	117
Tabla 43 Resistencia a la flexión de CH.....	118
Tabla 44 Resistencia a la flexión de CH.....	119
Tabla 45 Resistencia a la flexión del CH + 3.5% CR.....	120
Tabla 46 Resistencia a la flexión del CH + 3.5% CR.....	121
Tabla 47 Resistencia a la flexión del CH + 3.5% CR.....	122
Tabla 48 Resistencia a la flexión del CH + 6.5% CR.....	123
Tabla 49 Resistencia a la flexión del CH + 6.5% CR.....	124
Tabla 50 Resistencia a la flexión del CH + 6.5% CR.....	125
Tabla 51 Resistencia a la flexión del CH + 9.5% CR.....	126
Tabla 52 Resistencia a la flexión del CH + 9.5% CR.....	127
Tabla 53 Resistencia a la flexión del CH + 9.5% CR.....	128
Tabla 54 Resistencia a la flexión del CH + 6% PVC.....	129



Tabla 55 Resistencia a la flexión del CH + 6% PVC	130
Tabla 56 Resistencia a la flexión del CH + 6% PVC	131
Tabla 57 Resistencia a la flexión del CH + 11% PVC	132
Tabla 58 Resistencia a la flexión del CH + 11% PVC	133
Tabla 59 Resistencia a la flexión del CH + 11% PVC	134
Tabla 60 Resistencia a la flexión del CH + 16% PVC	135
Tabla 61 Resistencia a la flexión del CH + 16% PVC	136
Tabla 62 Resistencia a la flexión del CH + 16% PVC	137
Tabla 63 Resistencias a flexión del CH + % CR luego de 7, 14 y 28 días de curado....	138
Tabla 64 Resistencias a flexión del CH + % PVC luego de 7, 14 y 28 días de curado..	139
Tabla 65 Comparativo de estudios con tesisistas.....	141



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ensayo de Slump	34
Figura 2 Tipos de fallas en briquetas	35
Figura 3 Resistencia a la compresión	36
Figura 4 Resistencia a flexión	36
Figura 5 Tiras de policloruro de vinilo reciclado.....	37
Figura 6 Caucho reciclado	42
Figura 7 Componentes del concreto hidráulico	48
Figura 8 Localización de la cantera Isla	67
Figura 9 Caucho reciclado	69
Figura 10 Tiras de policloruro de vinilo reciclado.....	72
Figura 11 Trabajabilidad del concreto hidráulico	80
Figura 12 Resistencia a la compresión	82
Figura 13 Ensayo de la resistencia a flexión	84
Figura 14 Granulometría del agregado fino	87
Figura 15 Granulometría del agregado grueso.....	88
Figura 16 Esfuerzo de rotura del CH.....	94
Figura 17 Esfuerzo de rotura del CH.....	95
Figura 18 Esfuerzo de rotura del CH – 28 días	96
Figura 19 Esfuerzo de rotura del CH + 3.5% CR.....	97
Figura 20 Esfuerzo de rotura del CH + 3.5% CR.....	98
Figura 21 Esfuerzo de rotura del CH + 3.5% CR.....	99
Figura 22 Esfuerzo de rotura del CH + 6.5% CR.....	100
Figura 23 Esfuerzo de rotura del CH + 6.5% CR.....	101
Figura 24 Esfuerzo de rotura del CH + 6.5% CR.....	102
Figura 25 Esfuerzo de rotura del CH + 9.5% CR.....	103
Figura 26 Esfuerzo de rotura del CH + 9.5% CR.....	104



Figura 27 Esfuerzo de rotura del CH + 9.5% CR.....	105
Figura 28 Esfuerzo de rotura del CPH + 6% PVC	106
Figura 29 Esfuerzo de rotura del CH + 6% PVC	107
Figura 30 Esfuerzo de rotura del CH + 6% PVC	108
Figura 31 Esfuerzo de rotura del CH + 11% PVC.....	109
Figura 32 Esfuerzo de rotura del CH + 11% PVC.....	110
Figura 33 Esfuerzo de rotura del CH + 11% PVC.....	111
Figura 34 Esfuerzo de rotura del CH + 16% PVC.....	112
Figura 35 Esfuerzo de rotura del CH + 16% PVC.....	113
Figura 36 Esfuerzo de rotura del CH + 16% PVC.....	114
Figura 37 Esfuerzos del CH + % CR luego de 28 días de curado	115
Figura 38 Esfuerzos del CH + % PVC luego de 28 días de curado	116
Figura 39 Esfuerzos de flexión del CH	117
Figura 40 Esfuerzos de flexión del CH	118
Figura 41 Esfuerzos de flexión del CH	119
Figura 42 Esfuerzo de flexión del CH + 3.5% CR.....	120
Figura 43 Esfuerzos de flexión del CH + 3.5% CR	121
Figura 44 Esfuerzos de flexión del CH + 3.5% CR	122
Figura 45 Esfuerzos de flexión del CH + 6.5% CR	123
Figura 46 Esfuerzos de flexión del CH + 6.5% CR	124
Figura 47 Esfuerzos de flexión del CH + 6.5% CR	125
Figura 48 Esfuerzos de flexión del CH + 9.5% CR	126
Figura 49 Esfuerzos de flexión del CH + 9.5% CR	127
Figura 50 Esfuerzos de flexión del CH + 9.5% CR	128
Figura 51 Esfuerzos de flexión del CH + 6% PVC.....	129
Figura 52 Esfuerzos de flexión del CH + 6% PVC.....	130
Figura 53 Esfuerzos de flexión del CH + 6% PVC.....	131
Figura 54 Esfuerzos de flexión del CH + 11% PVC.....	132



Figura 55 Esfuerzos de flexión del CH + 11% PVC.....	133
Figura 56 Esfuerzos de flexión del CH + 11% PVC.....	134
Figura 57 Esfuerzos de flexión del CH + 16% PVC.....	135
Figura 58 Esfuerzos de flexión del PH + 16% PVC.....	136
Figura 59 Esfuerzos de flexión del CH + 16% PVC.....	137
Figura 60 Esfuerzo de flexión del CH + % CR luego de los 28 días.....	138
Figura 61 Esfuerzo de flexión del CH + % PVC luego de los 28 días.....	139



RESUMEN

La presente investigación denominada "Evaluación de las propiedades del concreto hidráulico con aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en el distrito de San Miguel 2025", tiene el propósito de evaluar las propiedades del concreto hidráulico con la aplicación de caucho reciclado y las tiras de PVC reciclado. El diseño empleado en el estudio es de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental y un método científico. Los resultados obtenidos del asentamiento del concreto hidráulico mostró que la mezcla conservó su trabajabilidad al incorporar caucho reciclado, obteniéndose valores de 3.2", 2.8" y 2.4" para las dosificaciones de 3.5%, 6.5% y 9.5%, respectivamente, asimismo las tiras de PVC, al aplicarse en proporciones de 6%, 11% y 16%, los valores de trabajabilidad alcanzados fueron de 3.0", 2.6" y 2.5". Además, se produjo una ligera mejora en la resistencia a la compresión, alcanzando a los 28 días de curado un valor de 280.64 kg/cm². Por otra parte, la adición de tiras de policloruro de vinilo reciclado permitió incrementar de manera moderada la resistencia, obteniéndose un valor de 290.16 kg/cm². Además, la adición de caucho reciclado en diferentes proporciones generó un incremento en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico, alcanzando a los 28 días de curado un valor de 57.97 kg/cm². De manera similar, la incorporación de tiras de policloruro de vinilo reciclado también mejoró esta propiedad mecánica, logrando un valor de 65.91 kg/cm². Finalmente la investigación concluye que, la incorporación de caucho reciclado y tiras de PVC reciclado en el concreto hidráulico presenta una reducción progresiva del asentamiento con el aumento de ambos materiales; sin embargo, el PVC mostró un efecto menos acentuado en la pérdida de fluidez y un mayor aporte en la resistencia a la compresión y flexión en comparación con el caucho, lo que permite concluir que ambos materiales son viables para su uso en concreto, siendo el PVC el que ofrece un mejor desempeño global.

Palabras clave: Concreto hidráulico, caucho reciclado, tiras de PVC reciclado.



ABSTRACT

This research project, titled "Evaluation of the Properties of Hydraulic Concrete with the Application of Recycled Rubber and Recycled PVC Strips in the San Miguel District, 2025," aims to evaluate the properties of hydraulic concrete when incorporating recycled rubber and recycled PVC strips. The study uses a quantitative approach, an applied research type, an explanatory level, an experimental design, and a scientific method. The results obtained for the slump of the hydraulic concrete showed that the mixture maintained its workability when incorporating recycled rubber, with slump values of 3.2", 2.8", and 2.4" for dosages of 3.5%, 6.5%, and 9.5%, respectively. Similarly, when PVC strips were used in proportions of 6%, 11%, and 16%, the slump values obtained were 3.0", 2.6", and 2.5". Furthermore, there was a slight improvement in compressive strength, reaching a value of 280.64 kg/cm² after 28 days of curing. On the other hand, the addition of recycled PVC strips allowed for a moderate increase in strength, resulting in a value of 290.16 kg/cm². Additionally, the addition of recycled rubber in different proportions increased the flexural strength of the hydraulic concrete, reaching a value of 57.97 kg/cm² after 28 days of curing. Similarly, the incorporation of recycled PVC strips also improved this mechanical property, achieving a value of 65.91 kg/cm². Finally, the research concludes that the incorporation of recycled rubber and recycled PVC strips in hydraulic concrete results in a progressive reduction in slump with increasing amounts of both materials; However, PVC showed a less pronounced effect on fluidity loss and a greater contribution to compressive and flexural strength compared to rubber, leading to the conclusion that both materials are viable for use in concrete, with PVC offering better overall performance.

Keywords: hydraulic concrete, recycled rubber, recycled PVC strips.



INTRODUCCIÓN

El concreto hidráulico es un material fundamental en la construcción, utilizado en una amplia variedad de obras como pavimentos, estructuras, y edificaciones, gracias a su alta resistencia, durabilidad y capacidad para soportar cargas elevadas. Sin embargo, la producción masiva de concreto representa un reto ambiental significativo, ya que implica el consumo intensivo de recursos naturales no renovables, como la arena, grava y cemento, y genera grandes cantidades de residuos. Ante esta problemática, la búsqueda de alternativas sostenibles que permitan reducir el impacto ambiental en la construcción se ha convertido en una prioridad a nivel mundial.

En este contexto, la incorporación de materiales reciclados en la mezcla del concreto hidráulico ha surgido como una solución innovadora y viable para mejorar la sostenibilidad del material. El caucho reciclado, principalmente obtenido del procesamiento de desechos de llantas recicladas, es un residuo que presenta problemas para su disposición final debido a su resistencia a la degradación natural. Su inclusión en el concreto puede aportar propiedades beneficiosas, como mayor capacidad de absorción y mejora en la resistencia, además de reducir el peso del material. Por otro lado, el policloruro de vinilo (PVC) reciclado, especialmente en forma de tiras provenientes de desechos plásticos, se caracteriza por su alta resistencia a la corrosión, flexibilidad y durabilidad, lo cual podría mejorar ciertas propiedades del concreto hidráulico y ofrecer una alternativa para el manejo adecuado de residuos plásticos.

Este estudio tiene como objetivo evaluar detalladamente las propiedades físicas, mecánicas del concreto hidráulico adicionando proporciones de caucho reciclado y tiras de PVC reciclado. Se analizará cómo estas adiciones influyen en parámetros fundamentales como la resistencia a la compresión y flexión, entre otras características relevantes para su aplicación práctica. La integración de estos materiales reciclados no solo busca optimizar las propiedades técnicas del concreto, sino también fomentar prácticas



constructivas más sostenibles que contribuyan a la conservación del medio ambiente y a la reducción de residuos sólidos.

Mediante esta investigación, se pretende aportar conocimientos valiosos para la industria de la construcción en cuanto al uso eficiente y responsable de materiales reciclados, promoviendo una economía circular y minimizando el impacto ambiental asociado a la producción de concreto hidráulico tradicional. De esta manera, se abre un camino hacia el desarrollo de soluciones constructivas innovadoras, que respondan a las demandas actuales de sostenibilidad y eficiencia en el sector.

En el capítulo I, se define claramente el problema de investigación que motiva el estudio, así como la formulación de preguntas de investigación, objetivos generales y específicos. Se incluye la justificación del estudio y se delimita el alcance y las limitaciones.

En el capítulo II, se recopilan y analizan los antecedentes relacionados con el uso de materiales reciclados en el concreto hidráulico, revisando estudios previos y aportes teóricos relevantes. Se abordan las propiedades del concreto, así como el comportamiento del caucho y PVC reciclados en mezclas cementicias. Además, se establecen los conceptos fundamentales y normativas que respaldan la investigación.

En el capítulo III, se describen las metodologías empleadas en el estudio, también se detallan los ensayos para determinar propiedades como asentamiento, resistencia a compresión, y resistencia a flexión.

En el capítulo IV, presentamos los resultados de las pruebas realizadas, acompañados de análisis gráficos y estadísticos. Se discuten los efectos observados de la incorporación de caucho y PVC en las propiedades del concreto hidráulico, comparando con el concreto tradicional y con antecedentes teóricos.

Finalmente, se interpretan los hallazgos en función de su aplicabilidad práctica y se proponen conclusiones y recomendaciones.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática

El crecimiento poblacional y la acelerada urbanización han generado un incremento notable en la demanda de materiales de construcción, particularmente del concreto hidráulico, considerado el insumo más utilizado a nivel mundial. Paralelamente, el manejo inadecuado de residuos sólidos provenientes de caucho y plásticos, representa un problema ambiental persistente debido a su baja degradabilidad y acumulación en espacios urbanos. Frente a esta problemática, la incorporación de materiales reciclados en mezclas de concreto se plantea como una alternativa innovadora que no solo busca reducir el impacto ambiental, sino también evaluar las posibilidades técnicas de reutilización de estos desechos en beneficio de la construcción.

A nivel internacional, países como Estados Unidos, China y varios de Europa han impulsado investigaciones y aplicaciones prácticas que incorporan caucho reciclado y PVC en mezclas de concreto. Por ejemplo, en Estados Unidos se han desarrollado concretos con caucho reciclado que mejoran la resistencia al impacto y reducen la formación de grietas, mientras que en China se ha estudiado el uso de tiras de PVC reciclado para mejorar la durabilidad y flexibilidad del concreto en estructuras expuestas a condiciones extremas. No obstante, la adaptación de estos materiales requiere estudios específicos



para garantizar su comportamiento en distintas condiciones climáticas y de carga. (Vélez & Alonso, 2022).

A nivel nacional, en Perú, el aprovechamiento de residuos sólidos industriales y urbanos, incluyendo cauchos de neumáticos reciclados, ha cobrado importancia debido a la creciente problemática ambiental y la necesidad de promover la construcción sostenible. Sin embargo, aún existen limitaciones técnicas y poca difusión sobre el uso de caucho y PVC reciclados en el concreto hidráulico, así como escasez de estudios que evalúen sus propiedades y viabilidad práctica en las condiciones locales. La mayoría de las investigaciones se concentran en materiales convencionales, dejando un vacío en el conocimiento para la aplicación de materiales reciclados en construcciones peruanas. (Marrufo & Ramos, 2024).

A nivel local en el distrito de San Miguel, la problemática ambiental vinculada a la acumulación de residuos sólidos, especialmente cauchos y plásticos, es evidente debido al manejo insuficiente de estos desechos. Esta situación genera un impacto negativo en la salud y el entorno urbano. Al mismo tiempo, la construcción local continúa empleando concreto tradicional sin incorporar materiales reciclados que puedan mejorar sus propiedades y mitigar el daño ambiental.

Por tanto, la problemática radica en la necesidad de generar conocimiento científico que permita evaluar y optimizar las propiedades del concreto hidráulico con adición de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado, considerando las condiciones locales de San Miguel, para contribuir al desarrollo sostenible de la región y al manejo adecuado de residuos sólidos.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la variación de las propiedades del concreto hidráulico con aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en el distrito de San Miguel 2025?



1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el efecto de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades sobre la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel?
- b) ¿Cuál es la incidencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades sobre la resistencia a la compresión del concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel?
- c) ¿Cuál es la influencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades sobre la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar las propiedades del concreto hidráulico con aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en el distrito de San Miguel 2025.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Explicar el efecto de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades sobre la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel.
- b) Determinar la incidencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades sobre la resistencia a la compresión del concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel.
- c) Analizar la influencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades sobre la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel.



1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación técnica

El estudio es técnicamente importante porque evalúa cómo la incorporación de caucho reciclado y tiras de PVC reciclado influye en las propiedades del concreto hidráulico, buscando determinar proporciones adecuadas que mantengan su resistencia y calidad, aportando conocimientos que promuevan la innovación en materiales sostenibles dentro de la ingeniería. El uso de caucho reciclado en el concreto puede mejorar las propiedades como la resistencia a compresión que requiere evaluación precisa y controles de dosificación. Por su parte, la adición de tiras de PVC reciclado al concreto hidráulico puede influir en la estructura interna del material y posiblemente mejorando la durabilidad, además de cerrar el ciclo de vida de este residuo en el sector construcción.

1.4.2. Justificación económica

Económicamente, el uso de caucho y PVC reciclado reduce costos de producción al añadir estos materiales, generando un ahorro significativo y promoviendo la economía circular mediante la valorización de residuos de bajo costo disponibles en el distrito de San Miguel. La incorporación de estos residuos puede reducir el precio final de concretos mejorados con aditivos sin sacrificar el rendimiento, siempre que se optimice la dosificación, dado que el caucho reciclado suele tener menor densidad y puede disminuir el peso unitario del concreto, lo que también puede traducirse en ahorros en transporte y manejo en obra. Además, el empleo de caucho y PVC reciclado puede generar valor agregado a los productos, abriendo oportunidades para nuevos mercados y líneas de negocio relacionadas con la construcción sostenible y ecológica.

1.4.3. Justificación social

Socialmente, la investigación fomenta la conciencia ambiental en la población, demostrando que los residuos plásticos y de caucho pueden tener un uso constructivo, lo



que contribuye al mejoramiento del entorno urbano y al fortalecimiento de prácticas sostenibles dentro de la sociedad. El uso de caucho y PVC reciclado en el concreto hidráulico representa una estrategia socialmente responsable que contribuye a la reducción significativa de residuos sólidos urbanos, especialmente de neumáticos y plásticos, que frecuentemente son fuente de contaminación ambiental y problemas de salud pública.

1.4.4. Justificación ambiental

Ambientalmente, el proyecto ayuda a reducir la contaminación causada por el caucho y el PVC no degradables, promoviendo su reutilización en el concreto y disminuyendo la utilización de aditivos comerciales, alineándose con los principios de sostenibilidad y protección del medio ambiente. La incorporación de caucho y PVC reciclado en el concreto hidráulico contribuye a la reducción significativa de residuos sólidos urbanos, particularmente neumáticos y plásticos, cuya disposición tradicional genera contaminación del suelo, agua y aire, afectando los ecosistemas y la salud humana. Al darles un nuevo uso dentro de mezclas de concreto, se evita su acumulación en vertederos y espacios públicos, reduciendo el impacto ambiental de estos desechos.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

Las propiedades del concreto hidráulico mejorarán con aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en el distrito de San Miguel 2025.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a) El efecto de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades conservará la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel.



- b) La incidencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades mejorará la resistencia a la compresión del concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel.
- c) La influencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades incrementará la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel.

1.6. Variables e indicadores

1.6.1. Variable independiente

Caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado.

Dimensiones

- Aplicación de CR en: 3.5%, 6.5% y 9.5% respecto al peso del cemento.
- Aplicación de PVC en: 6%, 11% y 16% respecto al peso del cemento.

1.6.2. Variable dependiente

Propiedades del concreto hidráulico

Dimensiones

- Trabajabilidad.
- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la flexión.



1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
1. Caucho reciclado	Es el material obtenido a partir del procesamiento de productos de caucho usados, como neumáticos reciclados y otros objetos, que son triturados, limpiados y reprocesados.	% de aplicación de CR	CR 3.5% 6.5% 9.5%	CR 1.48 kg. 2.76 kg. 4.04 kg.	Ficha de control de calidad del laboratorio	Nominal
2. Tiras de policloruro de vinilo	Es el material resultante del proceso de recuperación y reprocesamiento del cloruro de polivinilo (PVC) usado, proveniente de productos como tuberías, que se somete a limpieza y trituración.	% de aplicación de PVC	PVC 6% 11% 16%	PVC 2.55 kg. 4.67 kg. 6.80 kg.	Ficha de control de calidad del laboratorio	Nominal
Variable Dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Propiedades del concreto hidráulico	El concreto hidráulico es un material de construcción compuesto por una mezcla de cemento, agua, agregados y aditivos que, al fraguar y endurecer, desarrolla resistencia y dureza mediante una reacción química llamada hidratación, destacándose por su alta resistencia a la compresión y su capacidad para soportar cargas pesadas, lo que hace ideal en los pavimentos.	Trabajabilidad	Pulg.	3 - 4 Pulg.	ASTM C 143	Continua
		Resistencia a compresión.	Kg/cm2	280 kg/cm2	ASTM C39	Continua
		Resistencia a flexión	Kg/cm2	55 kg/cm2	NTP 399.60	Continua



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según, Acevedo et al. (2022) en su tesis "Caracterización de morteros y concretos hidráulicos con agregado de caucho reciclado", El proyecto de investigación examina el concreto de mortero e hidráulico, evaluando su rendimiento y funcionalidad a través de la inclusión de gránulos de caucho reciclado (RRG) en cantidades específicas de 0%, 5%, 10% y 15%. Los datos se recopilaron sobre las características de los gránulos de caucho reciclados (RRG) y las propiedades del concreto y mortero hidráulico. Cada problema se elaboró de manera integral, aunque la información se limitó a su relevancia directa para el tema del estudio, asegurando la claridad en los puntos a discutir y la adherencia a los objetivos predeterminados. Se realizó una caracterización de agregados, lo que requiere pruebas de laboratorio para determinar sus propiedades ideales de acuerdo con el estándar de Invias. Después de comprender las características de los agregados, se prepararon mezclas de morteros y hormigones utilizando varias dosis analizadas. Las pruebas de laboratorio se realizaron luego en las instalaciones universitarias cooperativas. A través del examen de los hallazgos de las pruebas de laboratorio y la creación de las comparaciones correspondientes, la dosis ideal para la implementación futura se



determinó de acuerdo con el estándar técnico colombiano. Se concluye que la incorporación de caucho reciclado en morteros y concretos hidráulicos influye directamente en sus propiedades físicas y mecánicas, permitiendo identificar dosis óptimas de aplicación que cumplen con los estándares técnicos, por lo que constituye una base importante para investigaciones que buscan alternativas sostenibles en la construcción a partir del uso de residuos reciclados.

Además, Armas (2019) en su tesis "Efectos de la adición de fibra de policloruro de vinilo en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico", Se estudió experimentalmente los efectos de la adición de fibra de policloruro de vinilo en las propiedades plásticas (asentamiento, contenido de aire, peso unitario, temperatura y potencial de fisuración) y mecánicas (compresión y flexión) del concreto hidráulico, mediante adiciones de fibra en dosis de 0, 200, 300 y 400 gr/m³ de concreto de resistencias a la compresión de 175, 210 y 280 kg/cm². Se utilizó agregado fino y grueso (piedra de ½ pulg.) de las canteras respectivamente, Cemento Tipo MS, fibra de Policloruro de vinilo, aditivo curador y aditivo superplastificante. Se concluye que una dosis de fibra de policloruro de 400 gr/m³ de concreto logra reducir el potencial de fisuración en condiciones reales hasta en un 90%, demostrándose que esta dosis causa los siguientes efectos respecto a sus propiedades plásticas, reduce el asentamiento hasta en un 50%, el contenido de aire lo disminuyo hasta en un 25%, no altera la temperatura y el peso unitario del concreto fresco. Mientras que respecto a sus propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexión las incrementa aproximadamente en un 3% y 14% a la edad de 28 días, respectivamente.

Asimismo, Vélez y Alonso (2022) en su tesis "Análisis del concreto hidráulico aplicando polvo de neumáticos reciclado para el uso en pavimentos rígidos", Los pavimentos de concreto hidráulico se utilizan con frecuencia para construir áreas de carga, estacionamientos, entre otros, debido a su durabilidad y requisitos mínimos de



mantenimiento. El polvo de los neumáticos se está utilizando en esta mezcla para mejorar sus cualidades. La investigación es examinar las propiedades del concreto hidráulico para aplicaciones de pavimento que utilizan polvo de neumáticos y material de la cantera de Porto viejo Megarock. La metodología de investigación es cuantitativa, empleando un diseño experimental con tipos de investigación de campo y descriptivos. Se formularon tres mezclas que contenían 4%, 7% y 10% de polvo de neumáticos fuera de uso (NFU), junto con una mezcla de concreto convencional. Las pruebas se realizaron en el agregado grueso para el contenido de humedad, la granulometría, el peso unitario, la gravedad específica y la absorción, así como en el agregado fino para el contenido de humedad, la granulometría, el peso unitario, la gravedad específica y la absorción. Los hallazgos indicaron que todas las muestras examinadas se ajustan a los estándares dados en NTE Inen 1 573. La incorporación de NFU da como resultado una reducción de la resistencia a la compresión y la flexión en comparación con el diseño convencional de mezcla de concreto hidráulico. Sin embargo, a pesar de una disminución en la fuerza de hasta el 10% con la adición, se adhiere a los estándares técnicos, por lo que es la opción óptima para un nuevo diseño de pavimento. En conclusión, la incorporación de polvo de neumáticos reciclados en el concreto hidráulico para pavimentos rígidos reduce parcialmente la resistencia a la compresión y a la flexión en comparación con las mezclas convencionales, pero mantiene niveles aceptables dentro de las normas técnicas, lo que lo convierte en una alternativa viable y sostenible para el diseño de pavimentos con materiales reciclados.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según, Espinoza et al. (2022) en su tesis "Evaluación de la adición de policloruro de vinilo en la producción del concreto hidráulico en pavimentos rígidos Trujillo - 2022", Este proyecto de investigación es determinar el impacto de los residuos de Policloruro de vinilo en las cualidades de compresión del concreto hidráulico utilizado en pavimentos rígidos. Este estudio emplea un método cuantitativo, caracterizado como aplicado, explicativo de naturaleza y utilizando un diseño experimental. Procesamiento insuficiente



de residuos de vinilo para mejorar el soporte de trituración de concreto mediante la integración de los desechos de vinilo en losas de concreto para pavimentos estructurales rígidos. Este estudio se centra en mejorar las características operativas y reducir los costos del concreto hidráulico al incorporar los desechos de vinilo reciclables como un componente de la mezcla de concreto, que adhiere a las regulaciones NTP339.034, MTC y ASTM, al tiempo que realiza un equilibrio material para la composición del concreto. Este proyecto especifica una resistencia de concreto de 255.7 kg/cm^2 . De acuerdo con los factores regulatorios, las características de los agregados y los diseños de mezclas se desarrollaron en base a los comités ACI para concreto. Las dosis son las siguientes: 3.11: 2.10: 3.20: 0.608 (cemento IP de Portland: agregados finos - agregados gruesos - agua), según P3 del concreto. La variación se logra a través de desechos de vinilo metamorfoseados con un 5.0% de consistencias altas, produciendo muestras de concreto para diseños convencionales. Al integrar el vinilo triturado y evaluar su firmeza contra las presiones de concreto tradicionales, se puede evaluar la cantidad de desechos de vinilo. Esta incorporación demuestra resultados favorables en las compresiones de muestras cuando se combina con concreto clásico, logrando una resistencia óptima con mejoras de hasta el 100% en los coeficientes de resistencia clásica de concreto, dependiendo de la presión fundamental de las muestras de concreto que contienen desechos de vinilo. Por el contrario, la integración de los desechos de vinilo al concreto del pavimento rígido dio como resultado una reducción de costos, lo que produjo un precio de S/ 52.65 ml para el pavimento rígido cuando los desechos de vinilo se incorporaron a la mezcla de concreto. Se concluye que la incorporación de residuos de policloruro de vinilo en el concreto para pavimentos rígidos permite mejorar significativamente la resistencia a la compresión y, al mismo tiempo, reducir los costos de producción, lo que evidencia que este material reciclado constituye una alternativa técnica y económicamente viable para la construcción de pavimentos sostenibles.



Además, Lopez (2023) en su tesis "Evaluación de la adición de residuos de PVC de tapicería en las propiedades mecánicas del concreto", este estudio evalúa la importancia de adición residuos de PVC de tapicería en las cualidades mecánicas del concreto. El proceso consistió en formular mezclas con resistencias de 210 kg/cm² y 280 kg/cm² de acuerdo con el procedimiento ACI 211. Se incorporaron residuos de PVC de tapicería a la muestra estándar en cantidades del 5 %, 10 %, 20 % y 30 %. Las combinaciones se sometieron a numerosas pruebas durante 7, 14 y 28 días para evaluar sus propiedades físicas y mecánicas. Los resultados indicaron que la inclusión de residuos de PVC afectaba al asentamiento y al contenido de aire del concreto fresco, lo que provocaba una ligera reducción, mientras que se producía un aumento relativamente insignificante del peso unitario y la temperatura. En última instancia, tras evaluar los resultados, el concreto que incorporaba un 20 % de fibras de residuos de PVC se reveló como la opción superior, superando al concreto estándar en un 7,25 % y un 8,13 % en resistencia a la compresión, un 20,39 % y un 17,23 % en resistencia a la tracción, un 6,56 % y un 18,42 % en el módulo de elasticidad, y un 31,99 % y un 25,03 % en la resistencia a la flexión. El análisis de los datos indicó que la inclusión de residuos de PVC afecta sustancialmente a las características mecánicas del concreto, lo que lo convierte en un componente crítico para satisfacer los requisitos mínimos necesarios para participar en diversos proyectos de construcción estructural. La investigación concluye que la incorporación de residuos de PVC de tapicería en el concreto puede mejorar significativamente sus propiedades mecánicas cuando se emplea en proporciones adecuadas, siendo el 20% la dosificación más óptima al superar al concreto convencional en compresión, tracción, módulo de elasticidad y flexión, lo que demuestra su viabilidad como alternativa sostenible en proyectos de construcción estructural.

Asimismo, Salazar (2024) en su tesis "Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto F'C=210 Kg/cm, con la adición de material reciclado de Water Stop de PVC, al 0.5%, 1.5% y 2.5%; según la norma ACI 211", La investigación realizada se justifica en



evaluar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando material reciclado de Water Stop de PVC en porcentaje de 0%, 0.5%, 1.5% y 2.5% para lograr que mejoren las propiedades mecánicas del concreto, por ello se planteó el empleo del material reciclable de Water Stop, puesto que contienen PVC. Para ello se realizó un estudio de las propiedades de los agregados gruesos y fino, luego un diseño de mezcla empleando el método ACI y finalmente se evaluó la resistencia a la compresión de las diferentes dosificaciones. Como resultados se obtuvieron que a los 28 días de curado se adicionó Water Stop en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%; se obtuvo resistencias de compresión de 231.80kg/cm², 192.54 kg/cm²y 184.41 kg/cm², se obtuvo que la óptima resistencia se dio cuando se adicionó 0.5%, dado que se logró superar la resistencia de diseño hasta en un 10%.

Finalmente, Cabrera (2025) en su tesis "Evaluar las propiedades mecánicas del concreto estructural con adición de PVC triturado - Chiclayo", Esta investigación tiene como objetivo adicionar PVC triturado al concreto utilizado en la construcción. El concreto se produjo adicionando PVC triturado en proporciones del 20 %, 30 % y 40 %. En consecuencia, el procedimiento comenzó con la evaluación de las cualidades físicas del material reciclado, lo que dio como resultado un peso específico de 1,14 g/cm³ para el material reciclado. Se construyó un concreto convencional y se adicionó PVC triturado en un volumen determinado. En la prueba de resistencia a la compresión, el concreto normal alcanzó una resistencia de 251 kg/cm² a los 28 días, mientras que el concreto con un 20 % de PVC alcanzó una resistencia de 224 kg/cm². La mezcla con un 30 % de PVC registró una resistencia de 214 kg/cm², y la mezcla con un 40% de PVC obtuvo un valor de 167 kg/cm². En la prueba de resistencia a la flexión, la resistencia disminuye generalmente con el aumento de la cantidad de PVC en la mezcla, pero sigue satisfaciendo los requisitos de la norma técnica. El estudio concluye que, la incorporación de PVC triturado en proporciones de hasta 20% mantiene resistencias mecánicas aceptables dentro de la normativa, aunque a medida que se incrementa el porcentaje de reemplazo se produce



una disminución significativa en la resistencia a la compresión y a la flexión, lo que evidencia que el uso controlado de este residuo reciclado puede ser una alternativa viable para su aprovechamiento en concretos estructurales.

2.1.3. Antecedentes locales

Según, Cheje (2024) en su tesis "Análisis y diseño de un concreto hidráulico con la adición de caucho reciclado para su producción en el distrito de San Miguel", En esta investigación nos propusimos crear y evaluar una mezcla de hormigón hidráulico que incluyera caucho reciclado en volúmenes del 8%, 12% y 18% en relación con el árido fino. Basándonos en nuestro diseño inicial de 210 kg/cm^2 , pretendíamos determinar el impacto de este aumento en parámetros físicos como el peso unitario y la resistencia a la compresión. Como parte del procedimiento, investigamos las propiedades físico-mecánicas de los áridos y del cemento, desarrollamos una mezcla estándar, hicimos mezclas de prueba y añadimos caucho reciclado en las proporciones correctas. Con una granulometría bien graduada, se utilizó el caucho. Según las conclusiones, el uso de caucho reciclado reduce la resistencia a la compresión. A los 28 días, el hormigón típico tenía una resistencia de $219,62 \text{ kg/cm}^2$, frente a los $127,81 \text{ kg/cm}^2$ del hormigón con un 8% de caucho, los $124,56 \text{ kg/cm}^2$ del hormigón con un 12% de caucho y los $112,19 \text{ kg/cm}^2$ del hormigón con un 18% de caucho.

Además, Condori y Lipe (2022) en su tesis "Adición del caucho reciclado en el comportamiento físico mecánico en el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Juliaca 2022", La presente investigación titulada "Adición del caucho reciclado en el comportamiento físico mecánico en el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Juliaca 2022", donde se tiene como su objetivo principal es añadir fibras de caucho reciclado para un concreto con la finalidad de mejorar las propiedades físico-mecánica y así encontrar un uso óptimo y aplicarlas en las diferentes construcciones ingenieriles. Se obtuvo una mezcla convencional de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en donde se tuvo tres muestras de mezclas con la resistencia patrón, en lo cual



se reemplazó porcentualmente el 5%, 7%, y 9% del peso del agregado fino por la adición de la fibra de caucho reciclado. El porcentaje adecuado en la sustitución del agregado fino por fibras de caucho reciclado es de 5% con una $f'c=247.37$ Kg/cm² a los 28 días en comparación del concreto estructural patrón que obtuvo una $f'c=242.01$ Kg/cm² a los 28 días, teniendo un incremento de 2.21%. De igual forma podemos indicar que a mayor porcentaje de fibras de caucho reciclado en la sustitución del agregado fino la resistencia a la compresión desciende gradualmente y no sería adecuado para su uso en obras ingenieriles. Se concluye también que dicho material puede ser sustituible en el porcentaje óptimo en la resistencia a compresión y de esta forma podemos reducir el impacto ambiental.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Evaluación de las propiedades del concreto hidráulico con aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado*

La evaluación de las propiedades del concreto hidráulico con aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo (PVC) reciclado se refiere al análisis experimental y científico para determinar cómo la inclusión de estos materiales reciclados afecta las características físico-mecánicas del concreto. Específicamente, esta evaluación busca medir aspectos como la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad, y otras propiedades relevantes para el desempeño estructural y durabilidad del concreto. (Cabanillas, 2017).

Al sumar caucho reciclado y tiras de PVC reciclado como incorporaciones respecto al peso del cemento, se busca mejorar la resistencia del concreto mediante el uso de materiales reciclados y evaluar sus efectos sobre la mezcla. Los resultados usualmente muestran variaciones en la resistencia mecánica y propiedades físicas como el peso unitario, con tendencias que indican reducción de resistencia a mayores proporciones de



caucho, aunque porcentajes óptimos pueden mejorar ciertas características mecánicas o aumentar la ductilidad. (Cabanillas, 2017).

Los principales ingredientes del concreto hidráulico son cemento, agua, áridos y, ocasionalmente, aditivos específicos. Su nombre proviene del uso de cemento hidráulico, que es capaz de endurecerse y ganar resistencia cuando entra en contacto con agua. A diferencia de otros tipos de cementos que requieren condiciones particulares para su fraguado, el cemento hidráulico puede fraguar tanto en condiciones secas como húmedas. El proceso de fraguado es el resultado de las interacciones químicas entre el cemento y el agua, lo que lo hace adecuado para la construcción en lugares húmedos o expuestos al agua, como puentes, presas y canales. (Goytia, 2023)

El proceso de endurecimiento del concreto hidráulico se denomina hidratación, y ocurre cuando el agua reacciona con los componentes del cemento, principalmente el silicato tricálcico y el silicato dicálcico, formando productos de hidratos que permiten la formación de una matriz rígida y resistente. En este sentido, el concreto hidráulico no solo se endurece cuando el agua está presente, sino que necesita agua para llevar a cabo su proceso de fraguado. Después de ser mezclado, se moldea en su forma deseada y, con el tiempo, se va endureciendo y alcanzando su resistencia máxima a medida que la reacción de hidratación progresa. (Goytia, 2023)

Este tipo de concreto se encuentra entre los materiales más empleados en todo el mundo por su durabilidad, su elevada resistencia a la compresión y su capacidad para adaptarse a diversas formas y situaciones. Las aplicaciones más comunes del concreto hidráulico incluyen obras de infraestructura como carreteras, puentes, edificios, presas y alcantarillado. Además, su capacidad para resistir el paso del tiempo, la intemperie y su resistencia a la erosión lo convierten en un material indispensable en la ingeniería civil. Sin embargo, la calidad final del concreto hidráulico depende de Factores como la proporción adecuada de los materiales, el tiempo de fraguado y las condiciones climáticas durante el proceso de endurecimiento.



2.2.1.1. Propiedades físicas de un concreto hidráulico

Los elementos que componen el concreto hidráulico son el cemento, los áridos, el agua y, en ocasiones, los aditivos. El comportamiento del concreto hidráulico en diferentes aplicaciones estructurales.

1. Densidad.

La densidad está relacionada con el peso del material por unidad de volumen. Generalmente, la densidad del concreto normal oscila entre 2,300 y 2,500 kg/m³, aunque puede variar según el tipo de agregados y la cantidad de agua a utilizar. La densidad afecta directamente el peso de las estructuras construidas con concreto y, en consecuencia, influye en el diseño.

2. Módulo de elasticidad.

El módulo describe su comportamiento para deformarse de forma elástica cuando se le aplica una carga. Este atributo es crucial en el diseño estructural, ya que influye en la rigidez de los componentes de concreto. El módulo de elasticidad varía con la resistencia del concreto, oscilando a menudo entre 20 y 40 GPa para el concreto de resistencia estándar.

3. Permeabilidad.

Es la capacidad del concreto hidráulico para permitir que pase el agua a través de los poros. Un concreto de alta calidad tendrá baja permeabilidad, lo que mejora su durabilidad al reducir el riesgo de deterioro por filtraciones o ataques de agentes agresivos como sulfatos o cloruros. La permeabilidad está directamente influenciada por la relación agua/cemento; cuanto menor sea esta relación, más impermeable será el concreto.

4. Absorción de agua.

La absorción cuantifica el volumen de agua que puede absorber el concreto cuando se sumerge en agua. Este valor está relacionado con la porosidad del material y suele ser bajo en concreto de buena calidad, lo que aumenta su resistencia a la acción del agua y otros líquidos. Un concreto con alta absorción puede ser susceptible a la expansión y contracción debido a la humedad, lo que puede generar grietas.



5. Durabilidad.

Se refiere a la capacidad del concreto hidráulico para resistir la degradación a lo largo del tiempo, especialmente en circunstancias climáticas desfavorables, incluidos los ciclos de hielo-deshielo, la exposición a sales o ácidos y la actividad de agentes químicos. Un concreto durable puede mantener sus propiedades estructurales durante décadas sin necesitar mantenimiento significativo, siempre que esté diseñado adecuadamente para las condiciones del entorno.

6. Abrasión.

El ensayo de abrasión es una prueba normalizada que mide la resistencia al desgaste y la tenacidad de los agregados gruesos, comúnmente utilizados en la fabricación de concreto hidráulico y pavimentos. En este ensayo, una cantidad específica de agregado se coloca dentro de un tambor giratorio junto con bolas de acero como carga abrasiva. El tambor gira un número determinado de revoluciones (usualmente 500), provocando el desgaste por impacto y rozamiento entre las partículas y las bolas de acero. Al finalizar, se separa el material desgastado y se calcula el porcentaje de pérdida de peso respecto a la muestra inicial, lo que indica la resistencia del agregado a la abrasión.

7. Trabajabilidad del concreto hidráulico

Es la facilidad con la que una mezcla de concreto puede ser manejada, transportada, colocada y compactada, manteniendo su homogeneidad sin segregarse ni perder consistencia durante estos procesos. Este concepto es fundamental en la construcción, ya que una trabajabilidad adecuada permite que el concreto se acomode correctamente en moldes, alrededor de varillas de refuerzo y en áreas difíciles de alcanzar, sin requerir un esfuerzo excesivo y minimizando el riesgo de defectos estructurales.

La proporción de agua, el tamaño y la forma de los áridos, el tipo de cemento y el uso de aditivos son algunas de las variables que afectan a la trabajabilidad del concreto. En general, la trabajabilidad aumenta con el contenido de agua; sin embargo, si no se gestiona adecuadamente, puede debilitar el concreto.

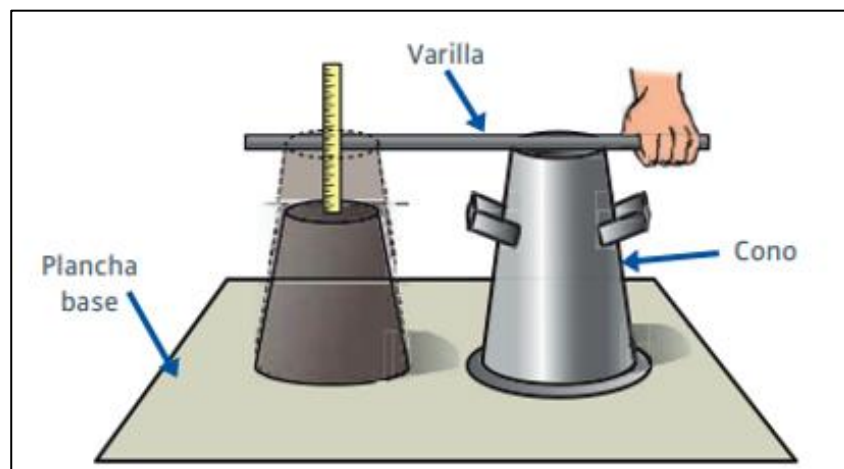
Una mezcla de concreto con baja trabajabilidad puede resultar difícil de colocar y compactar, lo que aumenta la probabilidad de que se formen vacíos o huecos en la estructura, comprometiendo la calidad final del proyecto. En cambio, una mezcla con alta trabajabilidad puede ser fácil de manipular, pero si no se controla adecuadamente, puede generar problemas de segregación, en los cuales los agregados se separan del cemento, afectando la uniformidad y resistencia del concreto endurecido.

Clasificación de la trabajabilidad (Ensayo de Slump):

- ❖ Trabajabilidad baja (Slump bajo – 0 a 2.5cm)
- ❖ Trabajabilidad media (Slump medio – 2.5cm a 7.5cm)
- ❖ Trabajabilidad Alta (Slump alto – 7.5 a 15.0cm)

Figura 1

Ensayo de Slump



Nota. Ensayo de asentamiento, tomado de A.A.

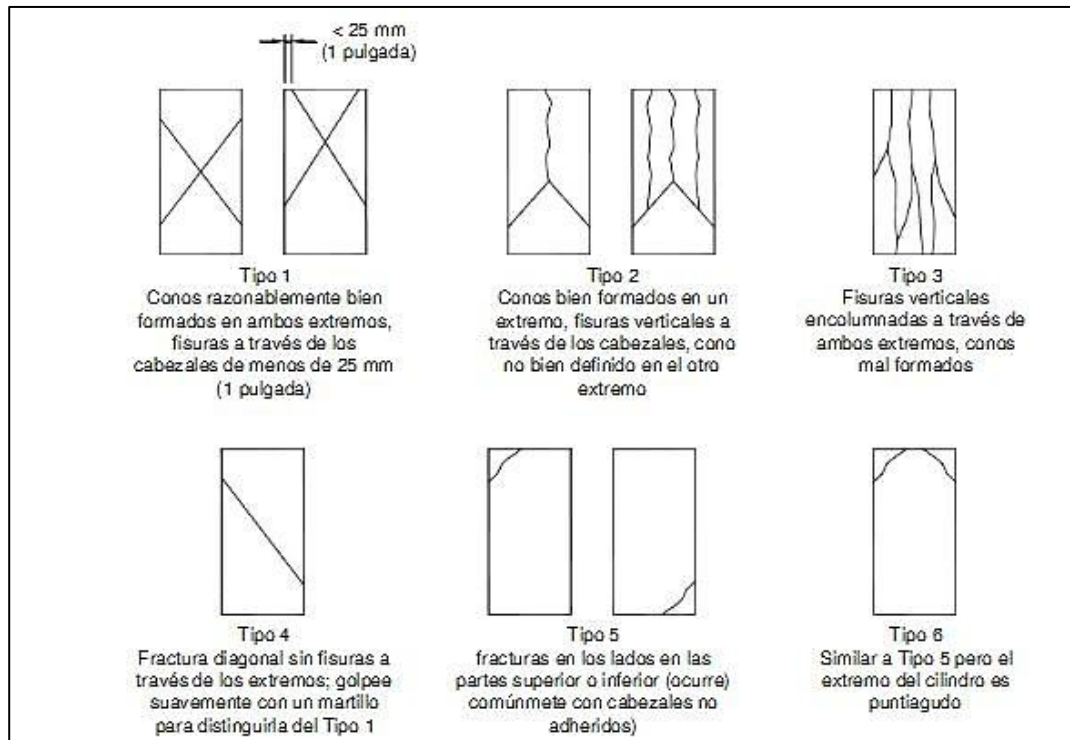
2.2.1.2. Propiedades mecánicas de un concreto hidráulico

Las propiedades mecánicas del concreto hidráulico se refieren a su comportamiento bajo la acción de fuerzas y cargas, y son cruciales para evaluar su desempeño en aplicaciones estructurales. Con el tiempo, estas características tienen un impacto directo en la resistencia, rigidez y capacidad de carga.

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

Figura 2

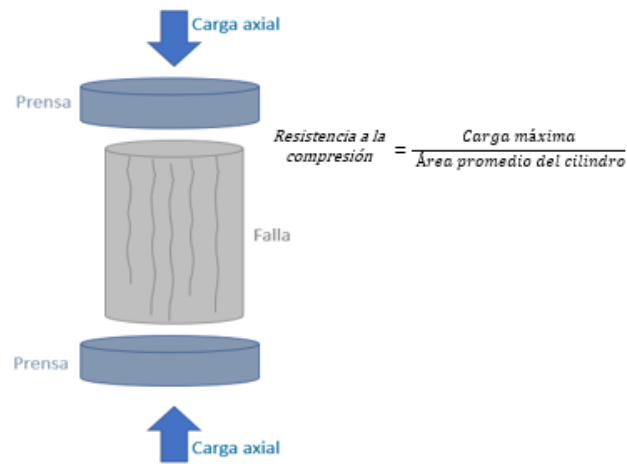
Tipos de fallas en briquetas



Nota. Fallas que encontramos en briquetas, adaptado de Pyrcon.

a. Resistencia a la compresión del concreto hidráulico

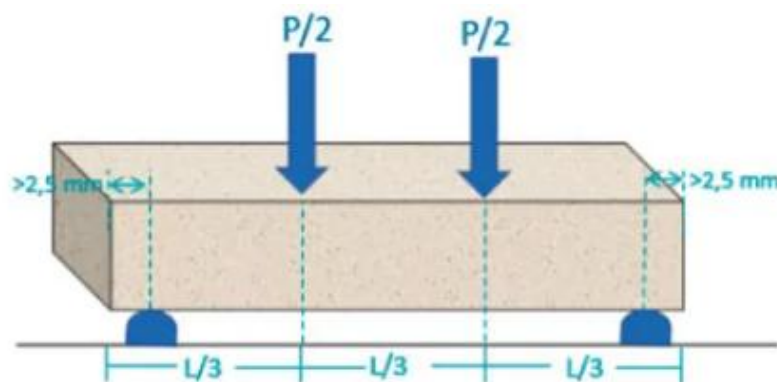
La resistencia define la capacidad del concreto para soportar cargas compresivas sin fallar o romperse. Generalmente, se mide a los 28 días después del fraguado y se expresa en MPa o kg/cm². La resistencia varía según la mezcla de concreto y puede oscilar entre 20 y 40 MPa en concretos convencionales, aunque puede llegar a más de 100 MPa en concretos de alta resistencia. Esta propiedad es esencial en aplicaciones estructurales, como columnas y cimentaciones, donde el concreto soporta principalmente cargas verticales.

Figura 3*Resistencia a la compresión*

Nota. Ensayo de resistencia, adaptado de Alión

b. Resistencia a la flexión del concreto hidráulico

La resistencia a la flexión, o módulo de rotura, se refiere a la capacidad del concreto para soportar esfuerzos simultáneos de tracción y compresión cuando se expone a fuerzas de flexión. Se evalúa generalmente mediante una viga de concreto sometida a una carga central o a cargas puntuales en sus extremos. Aunque el concreto tiene una resistencia limitada a la tracción, su comportamiento en flexión es esencial en aplicaciones como pavimentos, losas y puentes.

Figura 4*Resistencia a flexión*

Nota. Se muestra el ensayo de resistencia a la flexión, tomado de Alión.

2.2.1.3. Tiras de policloruro de vinilo reciclado

Las tiras de policloruro de vinilo (PVC) reciclado son productos derivados del reprocesamiento del PVC, un polímero sintético obtenido mediante la polimerización del monómero cloruro de vinilo. Este material es uno de los plásticos más versátiles y usados en la industria debido a sus propiedades físicas y químicas, como la resistencia, durabilidad, y capacidad de aislamiento térmico y eléctrico. El PVC reciclado mantiene muchas de estas características, aunque puede requerir aditivos para optimizar su desempeño según la aplicación final.

El PVC reciclado, en forma de tiras, es comúnmente utilizado para diversas aplicaciones industriales y comerciales debido a su resistencia a agentes químicos, al agua y a la corrosión. Estas tiras pueden ser rígidas o flexibles, según el tipo de PVC original y el proceso de reciclaje, permitiendo su adaptación a diferentes necesidades, desde recubrimientos, juntas y sellos, hasta componentes en la fabricación de muebles, construcción y empaques. La reutilización de PVC en estas tiras contribuye a la economía circular, pues reduce la cantidad de residuos plásticos y el consumo de recursos naturales, promoviendo un material sostenible y funcional en múltiples áreas.

Figura 5

Tiras de policloruro de vinilo reciclado



Nota. PVC reciclado, tomado de *Lopez (2023)*.

Además, las tiras de PVC reciclado se caracterizan por ser ligeras, resistentes al desgaste, y tener una buena estabilidad dimensional, lo cual las hace ideales para aplicaciones que requieren durabilidad a largo plazo y bajo mantenimiento. Esta forma de PVC reciclado ofrece una solución económica y ambientalmente responsable para aprovechar los desechos plásticos en nuevos productos sin sacrificar calidad ni funcionalidad.

a. Propiedades de las tiras de PVC reciclado

Las propiedades físicas, químicas y mecánicas de las tiras de PVC reciclado se pueden describir de la siguiente manera:

Propiedades físicas.

- El PVC reciclado presenta una densidad en el rango de 1.3 a 1.45 g/cm³, similar al PVC original, lo que se traduce en un material relativamente compacto y robusto.
- Es un material termoplástico, lo que permite su moldeado y reprocesamiento por calentamiento sin pérdida significativa de propiedades.
- Posee una baja permeabilidad a líquidos y gases, ofreciendo resistencia a la penetración de agua y humedad.
- Exhibe buen aislamiento térmico y eléctrico, debido a su estructura polimérica con un alto contenido de cloro, que le confiere propiedades dieléctricas.
- Tiene estabilidad dimensional, aunque puede mostrar un leve envejecimiento por exposición prolongada a la radiación ultravioleta o condiciones ambientales extremas.
- Su superficie puede ser tratada o modificada con plastificantes y aditivos para variar flexibilidad, transparencia y resistencia al impacto

Propiedades químicas.

- Alta resistencia a químicos como ácidos diluidos, bases y solventes comunes, lo que contribuye a su durabilidad en ambientes agresivos.



- Resistente a la corrosión y no biodegradable, lo que implica larga vida útil, pero también genera retos ambientales si no se gestiona correctamente.
- Posee grupos polares (átomos de cloro) en la cadena molecular que le confieren estabilidad química y capacidad para mezclar bien con otros aditivos o sustancias.
- Su naturaleza termoplástica facilita su reciclabilidad, aunque cada ciclo puede reducir ligeramente ciertas propiedades

Propiedades mecánicas.

- Buena resistencia a la tracción y a la flexión, adecuada para aplicaciones que requieren materiales con cierta rigidez y capacidad de deformación.
- Alta resistencia al impacto y a la abrasión, lo que asegura durabilidad y resistencia a daños mecánicos.
- Ductilidad y capacidad de recuperación elástica moderada, lo que permite cierto grado de deformación sin fractura inmediata.
- La adición de plastificantes o agentes modificadores durante el reciclaje puede ajustar la rigidez y flexibilidad según la necesidad.
- Resistencia a la fatiga mecánica, ideal para aplicaciones donde el material está sometido a esfuerzos repetidos o prolongados.

b. Características que definen a las tiras de PVC reciclado.

Las tiras de policloruro de vinilo (PVC) reciclado se definen por varias características clave que reflejan tanto las cualidades del material base como el proceso de reciclaje aplicado. Estas tiras están fabricadas a partir de PVC reprocesado, manteniendo buena parte de las propiedades del material original, lo que las hace versátiles y útiles en diversas aplicaciones.

Primero, el PVC reciclado es un material termoplástico, lo que significa que puede ser calentado y moldeado repetidamente sin perder sus propiedades esenciales, permitiendo una reutilización eficiente. Las tiras de PVC reciclado son conocidas por su



alta durabilidad, resistencia a la abrasión, a los agentes químicos, y a condiciones ambientales adversas como la humedad y la radiación ultravioleta. Además, presentan una buena estabilidad dimensional y resistencia mecánica, factores que aseguran su comportamiento confiable en uso prolongado.

Otra característica importante es su capacidad aislante, tanto térmica como eléctrica, debido a su estructura polimérica con alto contenido de cloro. Esto las hace especialmente adecuadas para aplicaciones en sectores eléctricos y de construcción. El PVC reciclado también es resistente al fuego y tiene baja permeabilidad a gases y líquidos. En términos de impacto ambiental, las tiras de PVC reciclado contribuyen a la economía circular al reutilizar materiales plásticos que serían residuos, reduciendo la necesidad de materias primas y la generación de desechos.

Por último, en su fabricación, las tiras pueden variar en rigidez o flexibilidad según el tipo de PVC utilizado y los aditivos incorporados durante el reciclaje, permitiendo adaptarse a diferentes usos industriales y comerciales, desde sellos y juntas hasta elementos de revestimiento y aislamiento.

c. Ventajas y desventajas del uso del PVC.

Las ventajas y desventajas del uso de tiras de PVC reciclado son las siguientes:

Ventajas:

- ✓ **Sostenibilidad ambiental:** El uso de PVC reciclado ayuda a reducir la cantidad de residuos plásticos que terminan en vertederos o en el ambiente, disminuyendo la contaminación y la huella de carbono.
- ✓ **Ahorro de recursos naturales:** Reciclar PVC implica menor extracción y consumo de petróleo y energía en comparación con la producción de PVC virgen.
- ✓ **Reducción de costos:** El PVC reciclado puede ser más económico que los materiales vírgenes, reduciendo los costos de producción en construcción y manufactura.



- ✓ **Durabilidad y resistencia:** Las tiras de PVC reciclado mantienen buena resistencia química, mecánica y a la intemperie, asegurando una larga vida útil en diversas aplicaciones.
- ✓ **Versatilidad:** Se pueden incorporar en diversos productos, desde tuberías, perfiles y revestimientos hasta elementos de construcción y componentes industriales.
- ✓ **Contribución a la economía circular:** Su reutilización fomenta la creación de empleos verdes y un modelo productivo más sostenible.

Desventajas:

- ✓ **Variabilidad en calidad:** La calidad del PVC reciclado depende del proceso y la fuente, lo que puede afectar la uniformidad y las propiedades del producto final.
- ✓ **Limitaciones en aplicaciones de alta exigencia:** El PVC reciclado puede no ser adecuado para usos que requieran propiedades mecánicas o estéticas muy específicas, como en componentes críticos.
- ✓ **Posible presencia de contaminantes:** Dependiendo del reciclado, puede contener impurezas o aditivos no deseados que afectan su rendimiento.
- ✓ **Procesos de reciclaje complejos:** La separación y clasificación del PVC para reciclarlo adecuadamente requieren infraestructura y tecnología que no siempre están disponibles.
- ✓ **Potencial envejecimiento:** Aunque resistente, el PVC reciclado puede mostrar degradación bajo exposición prolongada a radiación UV o condiciones extremas sin aditivos protectores.

En resumen, las tiras de PVC reciclado ofrecen un balance entre sostenibilidad, resistencia y economía, siendo ideales para múltiples aplicaciones en construcción e industria, aunque con ciertas limitaciones que deben considerarse en el diseño y selección de materiales.

2.2.1.4. Caucho reciclado

El caucho reciclado es el producto resultante del procesamiento de desechos de caucho que han culminado su ciclo de vida útil, tales como de neumáticos en desuso, suelas de calzado, mangueras industriales y, en los últimos años, gránulos provenientes del desgaste o sustitución de superficies de neumáticos reciclados utilizadas por vehículos. El proceso de reciclaje suele incluir etapas de recolección, trituración mecánica, separación de fibras y metales, clasificación granulométrica y, en algunos casos, tratamientos de limpieza o recubrimiento para mejorar su compatibilidad con matrices cementicias o asfálticas. El material obtenido conserva propiedades inherentes del caucho original como la elasticidad, resistencia al impacto, impermeabilidad y durabilidad frente a condiciones ambientales, lo que lo hace atractivo para aplicaciones en sectores industriales y de construcción.

Figura 6

Caucho reciclado



Nota. Caucho reciclado, tomado de la investigación del tesista.

2.2.3.1. Propiedades del caucho reciclado

El caucho reciclado posee una amplia gama de propiedades físicas, químicas y mecánicas que lo hacen muy útil y versátil en distintas aplicaciones industriales y de construcción:



1. Propiedades físicas.

- El caucho reciclado tiene una estructura polimérica con cadenas largas y flexibles de isopreno, lo que le otorga su característica elasticidad y capacidad de recuperación tras deformaciones.
- Su dureza se mide normalmente en la escala Shore A, con valores que pueden variar dependiendo del procesamiento y origen del caucho reciclado.
- Tiene baja permeabilidad a gases, lo que lo hace útil como aislante en aplicaciones donde se busca controlar la filtración de aire o humedad.
- Resiste deformaciones por compresión y posee buena resistencia a la abrasión.
- Presenta resistencia dieléctrica y comportamiento como electro aislante, lo que permite su uso en aplicaciones eléctricas.

2. Propiedades químicas.

- El caucho reciclado tiene baja reactividad química frente a gases y líquidos, lo que contribuye a su durabilidad.
- No es hidrosoluble y presenta muy baja biodegradabilidad, con una vida útil estimada cercana a 500 años, lo cual es un desafío ambiental.
- Es resistente a la intemperie, al ozono y a la luz ultravioleta, por lo que mantiene sus propiedades bajo exposición prolongada a factores climáticos.
- Tiene buena resistencia a cetonas, solventes oxigenados y alcoholes; sin embargo, presenta baja resistencia frente a hidrocarburos alifáticos, aromáticos y disolventes de lacas.
- Presenta un comportamiento térmico donde comienza a degradarse térmicamente por encima de los 200°C, con degradación acelerada a temperaturas sobre 325°C.

3. Propiedades mecánicas.

- Alta resistencia al desgarro y al desgaste por abrasión.
- Buena adhesión a metales y telas, lo que facilita su incorporación en mezclas con otros materiales.



- Muestra deformación remanente por compresión moderada, con cierta capacidad para recuperar forma.
- Puede actuar como carga semi-reforzante en matrices poliméricas cuando se utiliza en polvo o granulados.

2.2.3.2. Uso y aplicaciones en el concreto

El caucho reciclado se utiliza en la elaboración del concreto hidráulico principalmente como sustituto parcial de los agregados finos o gruesos. Su incorporación en el concreto aporta varias ventajas técnicas, económicas y ambientales:

Usos del caucho reciclado en el concreto hidráulico.

- Se emplea para mejorar la ductilidad y tenacidad del concreto, aumentando su capacidad para absorber impactos y resistir fatiga, aunque generalmente reduce la resistencia a la compresión.
- Mejora la trabajabilidad de la mezcla, facilitando su colocación y compactación.
- Aligera el concreto, lo que puede ser beneficioso para estructuras donde se requiera reducir peso.
- Se usa en concreto para pavimentos de vías de bajo tráfico, caminos rurales, aceras y zonas peatonales gracias a su resistencia a la deformación y buen comportamiento ante las cargas dinámicas.
- También puede incorporarse con fibras de acero para compensar la pérdida de resistencia mecánica, logrando concretos que combinan buena resistencia con mayor flexibilidad y durabilidad.
- Se usa en la fabricación de pisos antideslizantes, bases de tapetes y compuestos impermeables para techos, además de pavimentos deportivos y elementos prefabricados.



Aplicaciones:

- Pavimentos urbanos y carreteras: El caucho reciclado mejora la ductilidad y resistencia al agrietamiento en pavimentos de bajo tráfico, caminos rurales, aceras y zonas peatonales. Se usa frecuentemente en concreto compactado con rodillos para pavimentos que requieren mayor flexibilidad y absorción de impactos.
- Estructuras livianas: Al incorporarse reduce el peso propio del concreto, favoreciendo su uso en viviendas multifamiliares y construcciones donde se busca un menor peso pero resistencia adecuada.
- Pisos antideslizantes y bases de tapetes: Gracias a su textura y elasticidad, mejora la seguridad y confort en este tipo de superficies.
- Compuestos impermeables para techos y paredes: Su resistencia a la humedad y durabilidad lo hacen viable para usos en revestimientos impermeables.
- Concreto reforzado con fibras: Se combina con fibras de acero u otros materiales para optimizar la tenacidad y resistencia mecánica, manteniendo características de ductilidad y flexibilidad.
- Elementos prefabricados: Fabrica adoquines, bordillos, e incluso elementos arquitectónicos que requieren resistencia moderada y buena estabilidad dimensional.
- Materiales de absorción acústica y aislamiento térmico: En construcciones donde se busca mejorar el confort acústico y térmico.

2.2.3.3. Ventajas y desventajas del uso de los agregados

Las ventajas y desventajas del uso del caucho reciclado en concreto hidráulico son las siguientes:

Ventajas:

- ✓ Sostenibilidad ambiental: Utiliza residuos de caucho, reduciendo la acumulación de desechos y la huella de carbono en la construcción.
- ✓ Reducción del peso: El concreto resultante es más liviano, beneficiando estructuras que requieren menor carga.



- ✓ Mejora la trabajabilidad: Facilita el manejo y colocación del concreto, al hacer la mezcla más flexible.
- ✓ Aumento de ductilidad y tenacidad: El caucho aporta mayor capacidad de absorción de impactos y resistencia a la fatiga, disminuyendo la fragilidad.
- ✓ Mejora el aislamiento térmico y acústico: El concreto con caucho tiene mejores propiedades para aislar sonidos y temperaturas.
- ✓ Durabilidad mejorada ante ciclos de congelación y deshielo: Mejora la resistencia a ciertas condiciones climáticas extremas.
- ✓ Posibilidad de combinarse con fibras para compensar pérdidas mecánicas: Permite diseñar concretos con buen equilibrio de propiedades.

Desventajas:

- ✓ Reducción de la resistencia a la compresión: Esta disminución puede ser significativa con contenidos elevados de caucho (más del 10-15%), afectando la carga estructural del concreto.
- ✓ Variabilidad en propiedades: Dependiendo de la granulometría y contenido, las propiedades mecánicas pueden variar ampliamente.
- ✓ Costos adicionales en adaptación de mezcla: Ajustar la mezcla para obtener un concreto adecuado con caucho puede requerir ensayos adicionales y materiales complementarios.
- ✓ Menor adherencia entre caucho y matriz cementicia: Esto puede crear zonas débiles que afectan la cohesión interna del concreto.
- ✓ Impacto en la trabajabilidad si la dosificación es alta: Excesos de caucho pueden dificultar la mezcla y colocación.

En resumen, el caucho reciclado ofrece claros beneficios en sostenibilidad, ductilidad, ligereza y aislamiento, pero su uso debe ser optimizado para controlar la reducción de resistencia, buscando un balance entre propiedades mecánicas y funcionales según la aplicación final del concreto.

2.2.2. Componentes del concreto hidráulico

El concreto hidráulico está compuesto por una mezcla cuidadosamente proporcionada de varios materiales que, al combinarse, crean una estructura fuerte y duradera. Los principales componentes del concreto hidráulico son los siguientes:

1. Cemento.

Es el principal agente aglutinante en el concreto hidráulico. El tipo de cemento predominante es el Portland, compuesto en su mayor parte por clinker de silicato cálcico. Este material es el responsable de la reacción química cuando se mezcla con agua, lo que permite que el concreto fragüe y se endurezca. El cemento actúa como un pegamento que une los agregados y da cohesión a la mezcla. (Mamani, 2022).

2. Agua.

Es un componente esencial en la formación del concreto, ya que es la que inicia la reacción química con el cemento, llamada hidratación. Esta reacción permite que la mezcla se endurezca y adquiera resistencia con el tiempo. Como demasiada agua debilita el concreto, la cantidad de agua debe controlarse cuidadosamente, mientras que una cantidad insuficiente podría perjudicar su trabajabilidad. La relación agua-cemento es clave para determinar las propiedades finales del concreto.

3. Agregados.

Los agregados forman el 60% y el 80% del volumen total del concreto y son materiales inertes que proporcionan resistencia y estabilidad a la mezcla. Existen dos tipos principales de agregados:

Agregado fino: Compuesto generalmente por arena natural o arena triturada, el agregado fino ayuda a llenar los vacíos entre las partículas más grandes del agregado grueso y mejora la trabajabilidad de la mezcla.

Agregado grueso: Este tipo de agregado incluye grava, piedra triturada o una combinación de ambos, y proporciona resistencia mecánica al concreto.

4. Aditivos.

Se añaden pequeñas cantidades de sustancias químicas conocidas como aditivos al concreto para modificar o mejorar sus características. Estos aditivos pueden acelerar o retrasar el tiempo de fraguado, entre otros efectos, el aumento de la resistencia, la mejora de la trabajabilidad, la reducción de la demanda de agua y el aumento de la durabilidad en circunstancias adversas. Algunos de los aditivos más comunes son:

Acelerantes: Aceleran el tiempo de fraguado del concreto.

Retardantes: Retrasan el fraguado para mantener la trabajabilidad por más tiempo.

Plastificantes o superplastificantes: Mejoran la fluidez sin incrementar la cuantía de agua.

Incorporadores de aire: Aumentan la resistencia a ciclos de congelación y descongelación al crear pequeñas burbujas de aire dentro del concreto.

5. Fibras (opcional).

En algunas aplicaciones, se añaden fibras al concreto para mejorar ciertas propiedades, como la resistencia a la tracción y el control de fisuración. Las fibras pueden ser de varios tipos, incluidas fibras de acero, de polipropileno, de vidrio o sintéticas.

Figura 7

Componentes del concreto hidráulico



Nota. Composición del concreto hidráulico, adaptado de UAP-KELMER.



2.2.2.1. Propiedades mecánicas del concreto hidráulico

Las propiedades mecánicas del concreto hidráulico son esenciales para su uso en la construcción, ya que determinan su capacidad para resistir diferentes tipos de esfuerzos y su comportamiento bajo cargas. Las calidades fluctúan en función del contenido de la mezcla, el tipo de cemento, la calidad de los áridos, la relación agua-cemento y otros parámetros adicionales. (Falcon, 2022).

❖ Resistencia a la compresión.

Es la característica mecánica más primordial del concreto. La capacidad del concreto para resistir cargas que tienden a disminuir su tamaño -es decir, cargas que actúan por aplastamiento- se conoce como resistencia. En aplicaciones como losas, pilares y cimentaciones, esta resistencia es esencial. Tras 28 días de curado, los cilindros o cubos de concreto se someten a ensayos de compresión para determinar la resistencia, que suele expresarse en MPa o kg/cm². Dependiendo de su diseño, el concreto puede alcanzar resistencias a la compresión que van desde 15 Mpa - 100 Mpa en concretos.

❖ Resistencia a la tracción.

El concreto tiene una resistencia a la tracción relativamente baja, lo que significa que es débil cuando se somete a fuerzas que tienden a estirarlo o separarlo. Esta propiedad es importante porque en muchas aplicaciones estructurales el concreto debe trabajar bajo tensión, como en vigas y losas. Para mejorar su comportamiento en estas situaciones, es común que el concreto se refuerce con barras de acero, creando el concreto armado.

❖ Módulo de elasticidad.

Es la medida de rigidez o deformabilidad bajo carga. Dicho de otro modo, explica la relación entre la deformación y la tensión en el material sometido a carga. El concreto con un módulo de elasticidad alto es más rígido y se deforma menos bajo tensión; por el contrario, el concreto con un valor bajo es más flexible. Esta característica es crucial para el diseño estructural, en particular para componentes como losas y vigas que



deben ser capaces de soportar la deformación. La resistencia a la compresión del concreto y la calidad de los áridos influyen en su módulo de elasticidad.

❖ **Resistencia al corte.**

Es la capacidad para resistir fuerzas tangenciales que actúan en planos paralelos al material. Estas fuerzas tienden a deslizar o cortar el material en direcciones opuestas. En las estructuras de concreto armado, los refuerzos de acero (estribos y barras de refuerzo) suelen ayudar a mejorar esta propiedad, ya que el concreto por sí solo tiene una resistencia al corte moderada.

❖ **Resistencia a la flexión.**

Evalúa la capacidad de soportar fuerzas de flexión sin fracturarse. Esta característica es relevante para componentes como vigas y losas, que están sometidos a fuerzas de flexión. Aunque el concreto no es tan resistente a la flexión como lo es a la compresión, su comportamiento bajo flexión es esencial en el diseño de elementos de concreto armado.

❖ **Dureza.**

La dureza del concreto es una medida de su capacidad para resistir el desgaste. Esto es especialmente crucial para aplicaciones como aceras, suelos industriales y presas en las que el concreto está expuesto a un tráfico intenso o a condiciones de alta fricción. Un concreto con alta dureza será más duradero y mantendrá su integridad durante más tiempo bajo condiciones de uso intenso.

❖ **Deformación y fluencia.**

El concreto, experimenta la deformación bajo carga. Cuando el concreto se expone a un peso continuo durante un periodo de tiempo prolongado, se deforma gradualmente, fenómeno conocido como fluencia. Aunque es un fenómeno que afecta a todos los materiales, en el concreto la fluencia puede ser significativa en estructuras que soportan cargas permanentes, como puentes y edificios de varios pisos. La fluencia depende de una serie de variables, como el contenido de agua de la mezcla, el porcentaje de cemento y la temperatura ambiente.

❖ Resistencia al impacto.

La resistencia mide la capacidad del concreto para absorber energía durante una carga de impacto repentina, como golpes o caídas de objetos pesados. Aunque el concreto es generalmente considerado un material frágil, su resistencia al impacto puede mejorarse mediante el uso de fibras, como las de acero o polipropileno, que distribuyen mejor la energía a través del material.

2.2.2.2. Factores que afectan la durabilidad del concreto hidráulico

La durabilidad del concreto hidráulico es un atributo crucial, ya que dicta la capacidad para soportar diversas condiciones climáticas y físicas a lo largo del tiempo sin degradarse. Sin embargo, existen varios factores que pueden influir en esta durabilidad, afectando su desempeño y vida útil. (Bendezú, 2023).

1. Relación agua/cemento.

Un elemento importante que afecta a la resistencia es la proporción de cemento y agua. Una cantidad excesiva de agua en la mezcla hace que el concreto sea más poroso una vez fraguado, lo que posibilita la filtración de sustancias hostiles como dióxido de carbono, sales, sulfatos y agua. Esta mayor porosidad disminuye la resistencia del concreto a la compresión y lo hace más vulnerable a la degradación por corrosión y ataques químicos.

- Idealmente, la relación agua/cemento debe estar entre 0.4 y 0.6 para lograr un equilibrio entre trabajabilidad y resistencia.

2. Porosidad y permeabilidad.

Es la cantidad de vacíos o espacios en su estructura interna. Estos poros pueden permitir el paso de agua y gases, lo que lleva a una mayor permeabilidad. A mayor porosidad, mayor permeabilidad, lo que facilita la entrada de sustancias nocivas, como el cloruro en ambientes salinos, sulfatos y gases ácidos. La presencia de estos agentes puede deteriorar la pasta de cemento y dañar las armaduras de acero en el caso del concreto reforzado.



3. Condiciones ambientales.

Las condiciones ambientales también influyen directamente en la durabilidad del concreto hidráulico:

- **Ciclos de congelamiento y deshielo:** En climas fríos, el agua que se infiltra en el concreto puede congelarse, expandirse y causar grietas. El uso de aditivos aireantes, que introducen microburbujas de aire, ayuda a prevenir este problema al proporcionar espacio para la expansión del agua.
- **Exposición a agua marina:** El concreto en contacto con agua de mar o ambientes salinos puede sufrir el ataque de cloruros, que inducen la corrosión de las armaduras de acero, debilitando la estructura.
- **Radiación solar:** La exposición prolongada al sol puede generar diferencias térmicas en la estructura, lo que ocasiona fisuras por expansión y contracción debido a los cambios de temperatura.

4. Ataques químicos.

El concreto hidráulico puede ser vulnerable a diferentes ataques químicos, especialmente en ambientes agresivos:

- **Sulfatos:** Los iones sulfato presentes en el suelo o el agua pueden reaccionar con los componentes del concreto, dando lugar a productos expansivos como la etringita, que provocan el agrietamiento y la degradación del concreto.
- **Álcalis:** La reacción entre los agregados reactivos (silíceos) y los álcalis presentes en el cemento puede causar una expansión interna en el concreto, lo que se conoce como reacción álcali-sílice (ASR). Esta reacción genera fisuras y reduce significativamente la durabilidad.

5. Corrosión de las armaduras.

Uno de los principales elementos que ponen en peligro la durabilidad del concreto armado es el deterioro de las armaduras. La penetración de cloruros o dióxido de carbono a través de los poros del concreto puede desestabilizar la capa pasivante que

protege al acero, lo que conduce a la oxidación. A medida que el acero se corroe, aumenta su volumen, lo que genera fisuras y reduce la capacidad estructural del concreto. (Bendezú, 2023).

6. Calidad de los agregados.

Es fundamental para la durabilidad del concreto. Agregados mal seleccionados o de baja calidad pueden contener impurezas que debilitan el concreto o aumentar su porosidad. Además, algunos agregados pueden ser reactivos frente a ciertos compuestos en el cemento, lo que genera reacciones perjudiciales, como la reacción álcali-sílice mencionada anteriormente.

7. Curado inadecuado.

Es el proceso mediante el cual se protege al concreto fresco durante su fraguado y endurecimiento. Un curado inadecuado puede provocar una evaporación excesiva de agua, lo que lleva a la formación de grietas. El concreto necesita mantener una adecuada humedad y temperatura durante el tiempo de curado para lograr su máxima durabilidad y resistencia.

- Un curado deficiente puede reducir la resistencia y aumentar la permeabilidad del concreto.

8. Cargas mecánicas.

El concreto hidráulico está diseñado para soportar cargas mecánicas específicas. Sin embargo, cuando el concreto es sometido a cargas mayores a las previstas, o a cargas cíclicas repetitivas, puede experimentar fatiga, lo que conduce a la aparición de fisuras y a una disminución de su vida útil. Además, la exposición a vibraciones constantes, como en puentes o pavimentos, también puede afectar negativamente su durabilidad.

9. Diseño de la mezcla.

Un diseño inadecuado de la mezcla puede afectar significativamente la durabilidad del concreto hidráulico. Si no se seleccionan correctamente las proporciones de cemento, agregados y agua, el concreto puede resultar demasiado hidráulico, con baja resistencia y mayor permeabilidad. Es fundamental que el diseño de la mezcla

considere las condiciones específicas del proyecto y los requisitos de durabilidad a largo plazo.

La durabilidad del concreto hidráulico está influenciada por una serie de Factores, que incluyen la relación agua/cemento, la porosidad, las condiciones ambientales, los ataques químicos, la corrosión de las armaduras, la calidad de los agregados, el curado, las cargas mecánicas y el diseño de la mezcla. Un control adecuado de estos Factores es esencial para garantizar que el concreto mantenga su integridad estructural y rendimiento a lo largo del tiempo, especialmente en entornos agresivos o bajo cargas constantes.

2.2.3. Agregados naturales

Son materiales granulares que se encuentran de forma natural en la corteza terrestre y que se utilizan comúnmente en la construcción. Estos materiales están formados por rocas y minerales que han sido sometidos a procesos naturales de meteorización y erosión, lo que los convierte en fragmentos de tamaño variable. Los agregados naturales son esenciales para la fabricación de concreto, morteros y otros materiales de construcción, ya que proporcionan volumen, estabilidad y resistencia a las estructuras. Se extraen principalmente de canteras, ríos o depósitos glaciares, y pueden clasificarse según su tamaño en agregados finos y agregados gruesos. (Enrique, 2021).

Un aspecto fundamental de los agregados naturales es su composición, que puede variar según el tipo de roca del que provienen. Pueden estar formados por materiales como cuarzo, feldespato, calcita o mica, entre otros. La calidad de los agregados influye directamente en las propiedades del concreto o mortero en el que se utilicen. Factores como la dureza, porosidad, resistencia a la abrasión y al desgaste, así como la absorción de agua, deben ser cuidadosamente evaluados antes de su uso en proyectos constructivos.

Además, los agregados redimen un papel crucial en la sostenibilidad de la construcción. Al ser materiales abundantes y de fácil acceso, su uso minimiza la necesidad de productos sintéticos o procesados que pueden tener un mayor impacto ambiental. Sin

embargo, la explotación inadecuada de los depósitos de agregados naturales puede llevar a problemas ambientales, como la alteración de paisajes naturales y la degradación de ecosistemas. Por ello, la extracción de estos materiales debe realizarse de manera controlada y bajo regulaciones ambientales que garanticen su sostenibilidad a largo plazo.

2.2.3.1. Clasificación de los agregados naturales

Los agregados se basan en varios criterios, principalmente su tamaño, origen geológico y uso en la construcción. (Brown, 2024).

a) Clasificación por tamaño.

Agregados finos: Son partículas de tamaño pequeño, generalmente menores de 5 mm. El ejemplo más común es la arena, que puede ser natural o manufacturada.

Agregados gruesos: Los agregados gruesos son partículas de mayor tamaño, que suelen tener un diámetro superior a los 5 mm. Pueden ser grava, piedra triturada u otros materiales rocosos. Los agregados gruesos proporcionan resistencia y estabilidad a las estructuras de concreto, sirviendo como el esqueleto de la mezcla.

b) Clasificación por origen geológico.

Agregados ígneos: Estos agregados provienen de rocas ígneas, que se forman a partir del enfriamiento y solidificación del magma. Ejemplos de rocas ígneas incluyen el granito y el basalto. Los agregados de este tipo suelen ser muy duros y resistentes, lo que los hace adecuados para usos donde se requiere alta resistencia al desgaste, como en pavimentos y carreteras.

Agregados sedimentarios: Estos se forman a partir de la compactación y cementación de partículas depositadas en capas, como la caliza y la arenisca. Los agregados sedimentarios son más blandos en comparación con los ígneos, y se utilizan comúnmente en construcciones donde no se requieren altos niveles de resistencia.

Agregados metamórficos: Estos provienen de rocas metamórficas, que han sufrido cambios en su estructura debido a altas presiones y temperaturas. Ejemplos de rocas

metamórficas son el mármol y el esquisto. Estos agregados tienen una resistencia intermedia y se utilizan en una variedad de aplicaciones de construcción.

c) Clasificación por procedencia.

Agregados naturales: Son aquellos que se obtienen directamente de la naturaleza, generalmente de depósitos fluviales, canteras o minas. No requieren procesos industriales complejos para su producción, solo trituración y tamizado para obtener el tamaño adecuado.

Agregados manufacturados: Aunque no son completamente naturales, se consideran en esta clasificación aquellos que provienen de procesos industriales donde se manipulan materiales naturales (Brown, 2024). Ejemplo de ello es la escoria de alto horno, que se utiliza como agregado en el concreto.

d) Clasificación por forma.

Agregados redondeados: Se encuentran principalmente en los lechos de ríos y presentan una forma suave y redondeada debido a la acción del agua que erosiona los bordes. Estos agregados tienden a tener mejor trabajabilidad en el concreto.

Agregados angularizados: Son fragmentos angulares con bordes afilados, producidos principalmente por la trituración de rocas en canteras. Los agregados angulares proporcionan mayor resistencia mecánica debido a su mejor adherencia con la pasta de cemento.

e) Clasificación por peso.

Agregados livianos: Tienen una densidad baja y se utilizan principalmente en concretos ligeros. Ejemplos incluyen la piedra pómez y la perlita. Son ideales para estructuras que requieren aislamiento térmico o reducción de peso.

Agregados pesados: Poseen una mayor densidad y se utilizan en concretos especiales donde se busca mayor peso y resistencia. Ejemplo de ello es la barita, utilizada en aplicaciones como la protección radiológica.

2.2.3.2. Propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales

Las propiedades son fundamentales para garantizar la calidad y el rendimiento de los materiales en los proyectos de construcción, especialmente en el concreto y morteros. Estas propiedades influyen directamente en aspectos como la resistencia, durabilidad y trabajabilidad de las mezclas (Rentería, 2022).

Propiedades físicas de los agregados naturales:

1. Tamaño y gradación.

El tamaño de los agregados varía entre finos (menores a 5 mm) y gruesos (mayores a 5 mm). La gradación se refiere a la distribución de tamaños de partículas en una muestra de agregado, y es clave para la trabajabilidad y compacidad del concreto. Una gradación bien balanceada, con diferentes tamaños de partículas, ayuda a minimizar los vacíos y mejora la resistencia del concreto.

2. Forma y textura superficial.

Los agregados pueden ser redondeados, angulares o alargados. Los agregados redondeados tienden a mejorar la trabajabilidad, ya que tienen menos fricción entre las partículas.

3. Densidad aparente.

la masa del agregado dividida por el volumen que ocupa, incluidos los espacios interparticulares. Un agregado con alta densidad es ideal para concretos estructurales pesados, mientras que los de baja densidad se usan en concretos ligeros.

4. Porosidad y absorción de agua.

La porosidad es la cantidad de vacíos o espacios dentro del agregado. Los agregados más hidráulicos tienden a absorber más agua, lo que afecta la relación agua-cemento en las mezclas. La absorción de agua se cuantifica como la proporción de agua que un árido seco puede retener en condiciones definidas. Agregados con alta absorción pueden provocar una reducción en la trabajabilidad o cambios en la resistencia.



5. Humedad.

Los agregados naturales pueden estar en diferentes condiciones de humedad: secos al horno, secos superficiales, saturados con superficie seca o mojados.

Propiedades mecánicas de los agregados naturales:

1. Resistencia a la compresión.

La resistencia de los áridos es esencial, ya que determina su capacidad para soportar cargas sin desintegrarse. Los agregados deben tener una resistencia adecuada para evitar que las partículas se fracturen bajo las cargas que se aplican en las estructuras de concreto.

2. Resistencia al desgaste (Abrasión).

Es la capacidad de los agregados para resistir la fricción o el desgaste por el tráfico o la manipulación. Los agregados que se desgastan fácilmente pueden producir polvo y afectar la durabilidad del concreto. El ensayo de Los Ángeles es comúnmente utilizado para medir esta propiedad.

3. Dureza.

La dureza de un agregado determina su capacidad para resistir el rayado, el corte y la fractura. Se mide a menudo mediante la escala de Mohs, donde los agregados con mayor dureza, como los provenientes de rocas ígneas, son preferidos en aplicaciones que requieren alta resistencia al impacto y abrasión.

4. Resistencia al impacto.

Los agregados deben ser capaces de resistir los impactos durante la manipulación, transporte y compactación sin fracturarse. La resistencia al impacto es evaluada mediante ensayos específicos, como el test de impacto del agregado, que mide su capacidad para soportar golpes sin romperse. (Rentería, 2022).

5. Durabilidad y resistencia a los agentes químicos.

La durabilidad se refiere a la capacidad de los agregados para soportar la acción de Factores ambientales, como el congelamiento y deshielo, sin desintegrarse. Además,



los agregados deben ser resistentes a los ataques químicos, como la reacción álcali-agregado, que puede causar fisuras y reducción de la resistencia en estructuras de concreto.

2.3. Marco Conceptual

- a) **Concreto hidráulico.** - Este tipo de concreto se distingue porque el aglutinante utilizado es el cemento hidráulico, que tiene la capacidad de fraguar bajo el agua como en condiciones húmedas. Es ampliamente utilizado en estructuras como puentes, carreteras, presas y edificios, debido a su buena resistencia y capacidad de soportar cargas pesadas.
- b) **Caucho reciclado.** - El caucho reciclado es el material obtenido a partir del procesamiento de productos de caucho usados, que son triturados, limpiados y reprocesados para ser reutilizados en la fabricación de nuevos productos, contribuyendo así a la reducción de residuos, el ahorro de recursos naturales y la disminución del impacto ambiental asociado al desecho de caucho.
- c) **Diseño de mezclas.** - Es la metodología empleada para determinar las proporciones de los componentes que constituyen el concreto para satisfacer las demandas únicas de una obra de construcción. El objetivo principal es obtener una mezcla que tenga las propiedades mecánicas, y trabajabilidades adecuadas, al menor costo posible.
- d) **PVC.** - El PVC reciclado es el material resultante del proceso de recuperación y reprocesamiento del cloruro de polivinilo (PVC) usado, proveniente de productos como tuberías, ventanas o embalajes, que se somete a limpieza, trituración y transformación para ser reutilizado en la fabricación de nuevos artículos, ayudando a reducir la contaminación, conservar recursos y minimizar la generación de residuos plásticos.
- e) **Trabajabilidad.** - Es una propiedad del concreto fresco que describe su facilidad para ser mezclado, transportado, colocado y compactado sin segregar los componentes



(cemento, agua, agregados). Es fundamental en el diseño de mezclas, ya que una buena trabajabilidad permite que el concreto se distribuya uniformemente en los encofrados y se acomode alrededor de las armaduras sin necesidad de un esfuerzo excesivo.

- f) **Resistencia a la compresión.** - Es una propiedad esencial del concreto y otros materiales, que mide la capacidad del material para resistir fuerzas que tienden a reducir su tamaño (compresión) sin sufrir fallas o deformaciones. y se determina mediante ensayos estándar en laboratorio, donde muestras cilíndricas o cúbicas de concreto son sometidas a cargas crecientes hasta su rotura.

- g) **Resistencia a la flexión.** - Es la capacidad de un material, como el concreto o el acero, para soportar presiones que inducen la flexión. A diferencia de la resistencia, que se enfoca en cargas que reducen el tamaño del material, la resistencia a la flexión tiene la capacidad de soportar tensiones y deformaciones inducidas por fuerzas aplicadas de manera perpendicular a su longitud, como en el caso de vigas o losas sometidas a cargas.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque es la perspectiva o el método principal que guía el desarrollo del estudio, determinando cómo se recolectan, analizan e interpretan los datos; puede ser cuantitativo, cualitativo o mixto, y define el camino para responder a las preguntas de manera estructurada y coherente, asegurando que los objetivos se alcancen de forma clara y efectiva. Hernández et al. (2014).

El enfoque será **cuantitativo**, dado que el estudio se fundamenta en la recolección de datos numéricos obtenidos de pruebas estandarizadas como asentamiento, resistencia a compresión y resistencia a la flexión. Esto permite realizar mediciones precisas y comparar resultados de manera objetiva para evaluar el comportamiento del concreto con materiales reciclados.

3.2. Tipo de la investigación

De acuerdo con Hernández et al. (2014), el tipo de estudio hace referencia a la naturaleza y propósito del estudio, determinando el enfoque general que guiará la recolección y análisis de los resultados.



La investigación es de tipo **aplicada**, puesto que sus resultados tienen una finalidad práctica, orientada a la mejora de procesos constructivos mediante la implementación de materiales reciclados en concretos hidráulicos. Esto permitirá aportar soluciones concretas y sostenibles para el sector construcción, especialmente en el distrito de San Miguel.

3.3. Nivel de la investigación

Según Arias (2012), es el grado de profundidad y complejidad con que se aborda un fenómeno o problema de estudio. Este concepto permite clasificar los estudios según el tipo de información que buscan obtener, la naturaleza del fenómeno que estudian y los objetivos del investigador.

El nivel empleado es **explicativo**, ya que no solo se describen las propiedades del concreto con caucho y PVC reciclados, sino que se busca identificar y analizar las causas y efectos que estas incorporaciones tienen sobre las propiedades del concreto hidráulico, explicando así cómo y por qué se modifican las propiedades del concreto.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño es esencial en cualquier estudio científico, ya que establece la estructura y el plan que guiarán la recolección de datos. De acuerdo con (Hernandez et al., 2014), el diseño hace referencia a las estrategias que el investigador utiliza para obtener la información necesaria que se requiera.

El diseño aplicado es **experimental**, ya que se realizó una manipulación de la variable independiente en este caso, la incorporación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en la mezcla del concreto hidráulico para evaluar su efecto en las propiedades del concreto.



3.5. Método de la investigación

Es un proceso metódico para recopilar e interpretar datos con el fin de abordar un problema o hipótesis de investigación. De acuerdo con (Hernandez et al., 2014), el método implica la selección de técnicas y estrategias para obtener datos relevantes y confiables, lo que permite al investigador abordar de manera estructurada los objetivos del estudio.

El método que se utilizó es **científico**, que se basa en la observación sistemática, la formulación de hipótesis, el análisis riguroso de los resultados para obtener conclusiones objetivas y válidas. A través de este método se garantiza que los hallazgos sobre las propiedades del concreto modificado sean confiables y reproducibles.

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

De acuerdo con Hernández et al. (2014), la población es el universo de donde se extraen las muestras y sobre el cual se pretende generalizar los resultados del estudio. Es crucial definir de manera clara y precisa a la población, ya que esto certifica que los resultados obtenidos sean relevantes y aplicables a todo el grupo de interés.

La población del estudio está compuesta por las diferentes mezclas de concreto hidráulico que se pueden preparar considerando las variaciones en las proporciones de caucho reciclado y tiras de PVC reciclado aplicadas. Estas mezclas representan todas las combinaciones posibles de los materiales en estudio para evaluar sus propiedades mecánicas y físicas bajo condiciones controladas de laboratorio.

3.6.2. Muestra

La muestra se utiliza cuando la población es amplia para ser estudiada en su totalidad. Al seleccionar adecuadamente una muestra, los investigadores pueden hacer inferencias sobre la población completa sin necesidad de estudiar a cada individuo u objeto dentro de ella. (Hernandez et al., 2014).

La muestra está compuesta por un conjunto representativo de especímenes de concretos preparados bajo condiciones experimentales controladas, seleccionados mediante muestreo intencional para incluir las distintas proporciones de caucho y PVC reciclados definidas en el diseño experimental.

Tabla 2

Muestra para el asentamiento del CH, CR y PVC

Slump – CH, CR y PVC	
Proporción de adición	Cantidad
CH	2
CH + 3.5% CR	2
CH + 6.5% CR	2
CH + 9.5% CR	2
CH + 6% PVC	2
CH + 11% PVC	2
CH + 16% PVC	2
Total	14

Nota. CH (Concreto Hidráulico), CR (Caucho Reciclado) y PVC (Policloruro de Vinilo)

Tabla 3

Muestras para rotura de briquetas de CH, y concreto con CR y PVC

Grupo de Prueba	Edades de curado			Sub Total
	7 días	14 días	28 días	
CH ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)	4	4	4	12
CH + 3.5% CR	4	4	4	12
CH + 6.5% CR	4	4	4	12
CH + 9.5% CR	4	4	4	12
CH + 6% PVC	4	4	4	12
CH + 11% PVC	4	4	4	12
CH + 16% PVC	4	4	4	12
Total				84

Nota. Cantidad total de briquetas de mezcla de concreto hidráulico

La tabla muestra el valor total de muestras necesarias para realizar las pruebas de resistencia a la compresión del concreto por medio de briquetas, para el concreto de tipo patrón hidráulico, se pide un total de 12 briquetas, mientras que para el concreto hidráulico modificado con adiciones de CR y PVC, se solicita la preparación de 72 briquetas, para los ensayos de resistencia a la compresión.

Tabla 4

Muestras para rotura de viguetas de CH, y concreto con CR y PVC

Grupo de Prueba	Edades de curado			Sub Total
	7 días	14 días	28 días	
CH ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$)	4	4	4	12
CH + 3.5% CR	4	4	4	12
CH + 6.5% CR	4	4	4	12
CH + 9.5% CR	4	4	4	12
CH + 6% PVC	4	4	4	12
CH + 11% PVC	4	4	4	12
CH + 16% PVC	4	4	4	12
Total				84

Nota. Cantidad total de briquetas de mezcla de concreto hidráulico

La tabla muestra el valor total de muestras necesarias para realizar las pruebas de resistencia a la flexión del concreto por medio de viguetas (vigas de 15 cm. x 15 cm. x 50 cm.), para el concreto de tipo patrón hidráulico, se tiene un total de 12 viguetas, mientras que para el concreto hidráulico modificado con adiciones de CR y PVC, se solicita la preparación de 72 viguetas, todo ello para las pruebas de resistencia a la flexión.



3.7. Técnicas e instrumentos

3.7.1. Técnicas

Las técnicas son las herramientas y procedimientos que se utilizan para recoger datos. Estas técnicas permiten obtener información precisa y relevante sobre el fenómeno de estudio, los objetivos planteados y la naturaleza de los datos que se desean obtener. Hernández et al. (2014).

- **Observación directa:** Consiste en la observación y participación directa sobre el muestro y cambios en la composición de la mezcla de concretos hidráulicos.
- **Procedimientos experimentales:** Consiste en la elaboración de mezclas de concreto hidráulico con diferentes porcentajes de caucho reciclado y tiras de PVC reciclado, para someterlas a ensayos de laboratorio que permitan medir sus propiedades físicas y mecánicas bajo condiciones controladas.
- **Revisión documental:** Se basa en la revisión de fuentes bibliográficas, artículos científicos, tesis, normas técnicas peruanas (NTP) y estándares internacionales (ASTM y ACI), con el objetivo de sustentar el marco teórico y contrastar los resultados experimentales obtenidos.

3.7.2. Instrumentos

Los instrumentos deben estar alineados con los objetivos del estudio y adaptarse tanto a la naturaleza de los datos que se recolectarán como al diseño metodológico del estudio. Hernández et al. (2014).

Para la recolección y medición de datos se utilizarán diversos instrumentos de laboratorio especializados, entre los cuales destacan:

- **Equipos de laboratorio:** Incluyen los moldes cilíndricos y prismáticos, prensa hidráulica para ensayos de compresión y flexión, horno de secado, balanza de precisión y equipos auxiliares para curado.

- **Fichas de registro de datos:** Formatos diseñados para anotar de manera ordenada los resultados obtenidos en cada ensayo de laboratorio, asegurando la sistematización y la confiabilidad de la información recopilada.

3.8. Plan de recolección y procesamiento de datos

3.8.1. Desarrollo del plan de recolección de datos

Para cumplir los objetivos fijados y alcanzar el máximo desarrollo, la presente investigación se segmentó en varias fases. Las secciones siguientes describen cada fase.

Fase I: Procedencia de los materiales.

- a) **Obtención de los agregados naturales:** Los agregados naturales fueron obtenidos de la cantera Isla, lugar de donde se extrajeron tanto el agregado fino como el agregado grueso, siguiendo el procedimiento de selección y acopio correspondiente. La extracción se realizó de forma controlada, garantizando que los materiales no presentaran impurezas significativas como materia orgánica, restos vegetales o partículas deleznable que pudieran alterar las propiedades del concreto hidráulico.

Figura 8

Localización de la cantera Isla



Nota. Obtención de los agregados de la cantera Isla, adaptado de Google maps.



Posteriormente, los agregados fueron transportados al laboratorio de ensayos, donde se procedió a su limpieza y tamizado para obtener las fracciones granulométricas requeridas en la elaboración de las mezclas.

b) Obtención del caucho reciclado:

Para la presente investigación, el caucho reciclado empleado en la elaboración del concreto hidráulico fue obtenido de neumáticos reciclados recolectados dentro del distrito de San Miguel. Este tipo de instalaciones, muy comunes en barrios urbanos, cuentan con una base de gránulos de caucho que sirve como material de amortiguación, proporcionando seguridad y confort a los usuarios. Sin embargo, con el tiempo y el uso intensivo, parte de este material se desgasta y presenta superficies lisas, lo que ocasiona el desecho de las llantas y/o neumáticos. Dichos neumáticos fueron recolectados y almacenados para su posterior traslado al laboratorio.

Una vez obtenidas las muestras, se procedió al corte manual del caucho en partículas pequeñas, luego se realizó un tamizado para separar partículas de gran tamaño, polvo y restos que podían estar mezclados con el caucho. Posteriormente, se efectuó un lavado con agua limpia para eliminar impurezas superficiales, y luego se dejó secar al aire libre durante 48 horas, asegurando que no contuviera humedad residual antes de ser utilizado en las mezclas de concreto.

El material recuperado presentó un tamaño granular entre 1 mm y 3 mm de diámetro, con predominio de partículas rectangulares y semicuadradas de color negro, características del caucho triturado manualmente de neumáticos reciclados. Esta clasificación granulométrica permitió identificar su compatibilidad como adionante similar al agregado fino en el concreto hidráulico.

Finalmente, el caucho reciclado acondicionado fue almacenado en condiciones secas y limpias dentro del laboratorio, quedando listo para ser dosificado en los diseños de mezcla propuestos en la investigación, garantizando así su calidad y homogeneidad para la fase experimental.

Figura 9

Caucho reciclado



Nota. Caucho reciclado, tomado de la investigación del tesista.

Tabla 5

Propiedades del caucho reciclado

Propiedades	Descripción / Valor aproximado	Observación técnica
Densidad	1.10 – 1.20 g/cm ³	Menor que la de los agregados naturales; contribuye a concretos más livianos.
Color	Negro	Depende del origen del neumático reciclado.
Tamaño de partícula	2 – 5 mm	Determinado según el proceso de trituración manual.
Forma de partícula	Irregular	Mejora la interconexión física dentro de la matriz cementicia.
Textura superficial	Lisa y poco porosa	Reduce la adherencia con la pasta de cemento.
Absorción de agua	0.5 – 1.5%	Menor que la de los agregados minerales.
Elasticidad	Alta	Aporta flexibilidad y resistencia a impactos.
Resistencia a la abrasión	Alta	Prolonga la durabilidad del material.
Conductividad térmica	Baja (0.13 – 0.20 W/m.K)	Mejora el aislamiento térmico del concreto.



Comportamiento químico	Inerte y resistente a ácidos y sales	No reacciona con la matriz cementicia.
Durabilidad	Alta	Resiste la degradación frente a condiciones ambientales.
Efecto en el concreto	Incrementa la resistencia a la compresión	Actúa como un material elástico capaz de absorber impactos y deformaciones sin fracturarse, lo que aumenta la ductilidad, la tenacidad y la resistencia a la fatiga del concreto.

Elaboración del caucho reciclado (de neumáticos).

El caucho usado en neumáticos está compuesto por caucho natural y caucho sintético, además de otros materiales como negro de humo, aceites, plastificantes, agentes vulcanizantes (azufre u otros) y fibras textiles/metálicas. El caucho natural se obtiene del látex del árbol Hevea brasiliensis, que se coagula y se procesa, mientras que el caucho sintético se produce mediante polímeros derivados del petróleo, como el estireno-butadieno (SBR), butadieno y otros. (Bazán, 2017).

En el caso del Perú, existen plantas dedicadas tanto a la fabricación como al reencauche de neumáticos. Por ejemplo, Lima Caucho S.A. es una de las empresas que manufactura neumáticos, y utiliza como parte de su materia prima la melcocha (“negro de humo”), junto con agentes vulcanizantes, agregados, aislamientos, aditivos que mejoran propiedades como la flexibilidad, la resistencia al desgaste y estabilidad térmica. (Zuloeta, 2018).

El proceso básico de fabricación del compuesto de caucho para neumáticos generalmente sigue estos pasos:

- **Mezcla de materias primas:** caucho natural + caucho sintético + negro de humo + plastificantes + agentes vulcanizantes + antioxidantes. Estas mezclas se realizan a temperaturas controladas y en máquinas específicas.
- **Formado del compuesto:** el caucho mezclado se convierte en las diferentes partes del neumático (banda de rodamiento, costados, lonas, talón) mediante extrusión,



calandrado donde el compuesto se forma en lonas o cintas, o en moldes. (Bazán, 2017).

- **Vulcanización:** aplicación de calor y presión para vulcanizar el caucho, es decir, para crear enlaces de azufre entre las cadenas poliméricas, endureciendo el caucho y mejorando su elasticidad, resistencia al desgaste, su durabilidad. Este paso es clave para que el neumático tenga las propiedades mecánicas necesarias.
- **Efecto en el concreto,** las partículas de caucho actúan como amortiguadores internos, reduciendo el efecto de concentraciones de esfuerzo en zonas críticas y aumentando la durabilidad del material.

c) **Obtención de las tiras de policloruro de vinilo reciclado:**

Para el desarrollo de la presente investigación, las tiras de policloruro de vinilo (PVC) reciclado utilizadas como material complementario en la elaboración del concreto hidráulico fueron obtenidas a partir de residuos de tuberías, conexiones y accesorios de PVC en desuso, recolectados en diferentes zonas del distrito de San Miguel. Estos desechos provenían de pequeñas remodelaciones domésticas y reemplazo de instalaciones sanitarias, las cuales generaban trozos de tuberías descartadas que usualmente terminaban acumulándose en vertederos informales o siendo desechados junto con residuos sólidos urbanos. Con el fin de valorizar este tipo de plástico no biodegradable y aprovecharlo en la formulación del concreto, se procedió a su recolección manual en puntos donde se encontraba disponible, priorizando los fragmentos en buen estado, sin presencia de grasas, metales ni contaminantes adheridos.

Una vez obtenidas las muestras, se llevó a cabo el proceso de acondicionamiento del material, iniciando con una limpieza exhaustiva mediante el lavado con agua y detergente neutro para eliminar residuos de polvo, sedimentos o restos de adhesivos. Posteriormente, las piezas fueron secadas al aire libre durante 24 horas para garantizar la ausencia de humedad antes de proceder a su corte. Con ayuda de herramientas manuales como cizallas, sierras y cúteres, se realizó el corte controlado de las tuberías y fragmentos

de PVC hasta obtener tiras delgadas de forma rectangular. Este proceso se efectuó de manera artesanal, asegurando la uniformidad en las dimensiones para lograr una correcta distribución del material dentro del concreto.

Las tiras resultantes presentaron un tamaño promedio de 3 mm a 5 mm de ancho y de 20 mm a 40 mm de largo, dimensiones seleccionadas en base a referencias bibliográficas y pruebas preliminares que demostraron su adecuada compatibilidad con la matriz cementicia sin afectar significativamente la trabajabilidad de la mezcla. Para garantizar la homogeneidad del material, se descartaron aquellas tiras que presentaban bordes irregulares o deformaciones. Asimismo, se realizó una segunda limpieza con agua limpia para eliminar residuos de corte y se dejó secar nuevamente por 24 horas.

Finalmente, las tiras de PVC reciclado acondicionadas fueron almacenadas en recipientes plásticos cerrados y etiquetados, ubicados en un ambiente seco y libre de humedad, donde permanecieron hasta su uso en la elaboración de las mezclas de concreto hidráulico. Este proceso permitió disponer de un material reciclado uniforme, resistente y limpio, que pudo ser incorporado en distintas proporciones dentro de la investigación experimental, para analizar su efecto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Figura 10

Tiras de policloruro de vinilo reciclado



Nota. PVC reciclado, tomado de la investigación del tesista.



Tabla 6

Propiedades del PVC reciclado

Propiedades	Descripción / Valor aproximado	Observación técnica
Densidad	1.35 – 1.45 g/cm ³	Mayor que la del caucho; aporta peso moderado al concreto.
Color	Blanco, gris o celeste	Varía según el tipo de tubería reciclada.
Tamaño de partícula (tiras)	3 – 5 mm de ancho	Dimensiones seleccionadas para buena dispersión en el concreto.
Forma de partícula	Alargada o plana	Favorece la distribución y anclaje físico dentro de la mezcla.
Textura superficial	Lisa	Puede reducir la adherencia con la pasta de cemento.
Absorción de agua	Muy baja (0.2 – 0.5%)	Aumenta la impermeabilidad del concreto.
Elasticidad	Media	Contribuye ligeramente a la ductilidad del concreto.
Resistencia a la abrasión	Alta	Mejora la durabilidad frente al desgaste.
Conductividad térmica	Baja (0.14 – 0.19 W/m.K)	Mejora el aislamiento térmico del concreto.
Comportamiento químico	Inerte; resistente a la corrosión y humedad	No se degrada fácilmente ni reacciona con el cemento.
Durabilidad	Muy alta	Mantiene sus propiedades físicas a largo plazo.
Efecto en el concreto	Incrementa la resistencia a la compresión	Actúa como refuerzo secundario dentro de la mezcla, ayudando a controlar la propagación de grietas y aumentando la cohesión interna del material.

Elaboración del policloruro de vinilo (PVC).

El PVC se produce principalmente mediante la polimerización del monómero de cloruro de vinilo (VCM), que a su vez se obtiene de un precursor llamado etileno dicloruro (EDC). El EDC se fabrica reaccionando cloro (proveniente de la electrólisis de la sal común, NaCl) con etileno (derivado del petróleo o del gas natural). Luego, el EDC se convierte en VCM, y finalmente este monómero se polimeriza usando procesos como polimerización en suspensión o en emulsión para formar resina de PVC. La resina luego se mezcla con



aditivos como estabilizadores de calor, lubricantes, plastificantes, pigmentos, estabilizadores UV, etc., dependiendo de la aplicación final. (ECVM, 2022).

Además, otro de los materiales que es materia prima para la elaboración en masa de PVC, es la Sal Gema, este material también conocido como sal de roca o halita, es un mineral sedimentario que consiste en cloruro de sodio (NaCl) en su forma mineral natural. Se forma por la evaporación de agua salada en depósitos sedimentarios o domos salinos, y suele encontrarse en cristales cúbicos o en masas cristalinas granulares. Esta sal proviene de yacimientos salinos o diapiros, que son mares atrapados y evaporados hace millones de años, lo que hace que su sal sea muy pura y con menor probabilidad de contener microplásticos en comparación con la sal marina. Además de su uso en la alimentación, se emplea en la industria para fabricar productos como sosa, ácido clorhídrico y cloro. (UMA, s.f.)

- **Producción local de compuestos de PVC:** Sí, en Perú hay empresas que fabrican compuestos de PVC. Por ejemplo, *PolyNorte* (Global Polymers del Norte S.A.C.) produce compuestos de PVC compacto, PVC expandido y PVC para mangueras. Esto indica que al menos la etapa de formulación (mezcla de resina más aditivos) se hace localmente. (PolyNorte, 2023).
- **Fabricantes de productos finales:** Empresas como *PVC Gerfor Perú S.A.C.* fabrican tuberías, conexiones y otros productos de PVC. Sin embargo, estas empresas generalmente importan la resina virgen de PVC y los compuestos básicos, ya que en varios informes se señala que Perú es netamente importador de resina de PVC.

Componentes de la fabricación disponible localmente:

- La resina de PVC (resina virgen) no se fabrica ampliamente en Perú; se importa para uso en industrias locales. (Paredes, 2018).
- Aditivos básicos como estabilizadores, plastificantes, pigmentos, lubricantes probablemente estén disponibles a través de proveedores de químicos o importadores,



ya que las empresas de compuestos requieren esos componentes. Polímeros como etileno y cloro (los reactivos fundamentales para VCM/EDC) típicamente no se producen en Perú en escala para PVC; estos insumos suelen ser importados.

- **Efecto en el concreto:** las tiras de PVC reciclado funcionan como refuerzos fibrosos que mejoran la cohesión y la unión entre los agregados y la pasta cementicia, reduciendo la propagación de grietas y aumentando la capacidad portante del material.

Fase II: Ensayos en laboratorio.

En esta fase, realizamos diversas pruebas dirigidas a los agregados obtenidos de la cantera Isla. El enfoque principal fue asegurar la calidad con la ejecución de pruebas específicas. A continuación, detallamos los procedimientos llevados a cabo durante esta etapa:

1) Ensayo de granulometría.

El ensayo de granulometría aplicado a los agregados que se utilizan en concreto hidráulico es crucial para asegurar que la mezcla de agregados (grava y arena) tenga una distribución adecuada de tamaños de partículas. Una correcta distribución garantiza que el concreto tenga propiedades como trabajabilidad, resistencia a la compresión y flexión. Este ensayo se basa en normas internacionales como la ASTM C136 (ensayo de granulometría por tamizado de agregados finos y gruesos).

Procedimiento:

- Agregado grueso: Se toma una muestra representativa, que debe ser lo suficientemente grande para incluir todos los tamaños de partículas. Normalmente se requiere un peso entre 2 kg y 5 kg.
- Agregado fino: La cantidad de arena requerida para el ensayo suele estar en el rango de 500 g a 2 kg.
- Las muestras deben ser representativas, lo que significa que deben tomarse de manera uniforme del lote o del acopio.



- Para obtener un peso consistente, las muestras de áridos finos y gruesos deben secarse en un horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Esto garantiza que el contenido de humedad de los áridos no influya en los resultados.
- Una vez secas las muestras, se pesan con precisión utilizando una balanza calibrada. Este peso inicial se utiliza como base para todos los cálculos posteriores. Para los agregados gruesos, se utiliza una serie de tamices estándar con aberturas que van desde los 37.5 mm hasta los 4.75 mm.
- Para los agregados finos, los tamices varían desde 4.75 mm hasta 0.075 mm.
- Se colocan los tamices en orden decreciente de tamaño, con una bandeja colectora en la base para recoger las partículas más finas.
- Colocamos la muestra en el tamiz superior y se agita manualmente o en una máquina agitadora de tamices durante un tiempo estándar (normalmente entre 10 y 15 minutos).
- El tamizado permite separar las partículas según su tamaño y obtener la cantidad retenida en cada tamiz.
- Se pesa el material retenido en cada tamiz. Se deben limpiar los tamices entre cada uso para evitar que las partículas más finas se queden atrapadas y afecten resultados.
- Dividiendo el peso del material retenido por el peso total de la muestra y multiplicando el resultado por 100, se puede obtener el porcentaje retenido en cada tamiz.
- Se obtiene el porcentaje acumulado retenido sumando los porcentajes de los tamices anteriores.
- El porcentaje que pasa es la diferencia entre 100% y el porcentaje acumulado retenido.

2) Ensayo de contenido de humedad.

Es un método para determinar la cantidad de agua incluida en las partículas utilizadas en la mezcla de concreto. Conocer el contenido de humedad es esencial para ajustar las proporciones de agua y cemento en la mezcla, garantizando una adecuada trabajabilidad y resistencia del concreto.



Procedimiento:

- Se toma una muestra representativa de los agregados que se van a utilizar en el concreto. Para los agregados finos (arena) se suelen usar entre 500 g y 2 kg, y para los agregados gruesos (grava) se requiere una cantidad de 2 kg a 5 kg.
- La muestra debe ser representativa del lote de agregados, lo que significa que debe tomarse de manera uniforme del acopio o del suministro.
- Una vez obtenida la muestra, se pesa inmediatamente sin secarla para determinar su peso húmedo. Este peso incluye tanto el peso del material como el del agua presente en los poros y la superficie de los agregados.
- Es importante que se pese con precisión utilizando una balanza calibrada, y se registre este valor.
- La muestra se coloca en un recipiente adecuado y se introduce en un horno que esté precalentado a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. El secado se lleva a cabo hasta alcanzar un peso constante, lo cual generalmente toma de 12 a 24 horas, dependiendo del tipo de agregado y la cantidad de humedad presente.
- Durante este proceso, toda el agua libre presente en los agregados se evapora, lo que permite medir el contenido de humedad.
- La muestra se saca del horno y se deja enfriar a temperatura ambiente una vez que está totalmente seca. Seguidamente, se determina el peso seco de la muestra pesándola.
- Este peso representa solo la masa de los agregados sin la influencia de la humedad.
- Se ha calculado con la siguiente fórmula:

Cálculo:

Formula del % de humedad:

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

W : Contenido de humedad (%)



W_w : Peso del agua

W_s : Peso seco del material

3) Diseño de mezclas.

Es un procedimiento primordial destinado a establecer las proporciones ideales de los ingredientes para satisfacer los criterios de asentamiento, resistencia a la compresión y flexión para la construcción específica y sus circunstancias ambientales. El procedimiento de diseño de mezcla está regido por normas como la ACI 211.1 o la ASTM C192.

Procedimiento:

❖ Definir los requerimientos del concreto.

- Resistencia requerida: Determinar la resistencia que debe alcanzar el concreto en un tiempo específico, generalmente a los 28 días.
- Condiciones de exposición: Definir si el concreto estará en contacto con agua, sulfatos u otros agentes agresivos.
- Trabajabilidad: Determinar la facilidad de colocación que necesita la mezcla, dependiendo de si será bombeado, compactado manualmente o por vibrado.

❖ Selección de los materiales.

- Cemento: Seleccionar el tipo de cemento hidráulico adecuado para la mezcla, como el Cemento Portland Tipo I o Tipo II (para mayor resistencia a los sulfatos).
- Agregados: Seleccionar agregados gruesos y finos de buena calidad. El tamaño máximo del agregado grueso debe estar acorde con la estructura (por ejemplo, 19 mm o 3/4" es común para muchas aplicaciones).
- Agua: Utilizar agua potable libre de impurezas. La cantidad de agua debe ser mínima para evitar la segregación, pero suficiente para proporcionar trabajabilidad.
- Aditivos (opcional): Incluir aditivos como reductores de agua, retardadores o aceleradores dependiendo del proyecto y los tiempos de fraguado necesarios.



❖ **Determinación de la relación agua/cemento.**

La relación agua-cemento para concreto hidráulico, la relación agua/cemento suele ser baja (alrededor de 0.40 a 0.50) para garantizar baja porosidad y alta resistencia a la penetración de agua.

❖ **Cálculo de las proporciones.**

Las proporciones de los componentes se establecen en función de la resistencia y de la proporción de cemento y agua:

- La cantidad de cemento por metro cúbico viene determinada por la resistencia deseada y la relación agua/cemento.
- Agregados: Se ajustan las proporciones de agregados finos y gruesos para garantizar una buena trabajabilidad y minimizar el espacio vacío entre partículas.
- Agua: Se ajusta la cantidad de agua para lograr la trabajabilidad deseada.

❖ **Ensayos preliminares de la mezcla.**

Es necesario hacer pruebas de las mezclas en el laboratorio antes de su uso en el proyecto:

- Ensayo de asentamiento (Slump test): Mide la trabajabilidad de la mezcla.
- Ensayos de resistencia: Se elaboran cilindros o cubos de prueba para evaluar la resistencia a los 7, 14 y 28 días.

4) Ensayo de trabajabilidad (Slump).

El ensayo de trabajabilidad o asentamiento (también conocido como Slump Test) es una prueba sencilla pero crucial para evaluar la trabajabilidad de una mezcla de concreto hidráulico en estado fresco. La trabajabilidad denota la facilidad con la que el concreto puede mezclarse, colocarse, compactarse y acabarse. El ensayo de asentamiento proporciona una medida indirecta. Es decir, cuánto se desplaza una mezcla bajo su propio peso. Este ensayo es regulado por normas internacionales como la ASTM C143.

Procedimiento:

1. El concreto fresco debe estar recién mezclado. Se debe tomar una muestra representativa del concreto, cuidando que no haya segregación (separación de los agregados y la pasta de cemento) en la muestra.
2. La superficie horizontal, húmeda y no absorbente es donde se coloca el cono Abrams. Este debe estar bien asentado para evitar cualquier movimiento durante el ensayo.
3. El molde se llena en tres capas iguales, de aproximadamente 10 cm cada una, utilizando la paleta para introducir el concreto.
4. Cada capa debe compactarse con 25 golpes aplicados uniformemente con la varilla de compactación. Se debe tener cuidado de que los golpes lleguen hasta el fondo del molde sin golpear el borde de la base. La varilla debe penetrar ligeramente la capa inferior al compactar la capa superior.
5. Luego de llenar la última capa, el exceso de concreto que sobresale del borde del cono debe eliminarse utilizando la paleta, nivelando la parte superior del molde.

Figura 11

Trabajabilidad del concreto hidráulico



Nota. Evaluación del Slump, según la Norma ASTM C-143.

6. Inmediatamente después de llenar el concreto, se retira el molde levantándolo verticalmente de manera suave y constante, sin movimientos laterales ni torsiones, en



un tiempo aproximado de 5 a 10 segundos. El concreto tenderá a asentarse o deformarse bajo su propio peso.

7. Se mide la diferencia de altura entre el molde original (30 cm) y la altura final del concreto asentado. Esta diferencia es el valor del asentamiento (Slump), y se mide con una regla o cinta métrica en centímetros.

5) Ensayo de resistencia a la compresión.

Es un ensayo primordial del control de calidad del concreto hidráulico. Este ensayo determina la capacidad del concreto endurecido para resistir cargas axiales de compresión. Se realiza generalmente a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto, ya que a los 28 días se espera que el concreto haya alcanzado su resistencia característica. Este ensayo sigue normas como la ASTM C39.

Procedimiento:

1. Preparación de las probetas.

- Moldeo del concreto: Se toma una muestra representativa del concreto fresco que será colocado en las briqueteras. El concreto se vierte en los moldes cilíndricos o cúbicos en tres capas de igual espesor, cada capa se compacta con 25 golpes de la varilla de compactación para evitar la formación de vacíos o cavidades que podrían debilitar la probeta.
- Nivelado: Después de llenar y compactar, se alisa la superficie de la probeta con la paleta de albañil para obtener una superficie uniforme.

2. Curado de las probetas.

- Las probetas moldeadas se almacenan durante las primeras 24 horas en una cámara de humedad o en condiciones controladas (temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa superior al 95%).
- Después de este tiempo, las probetas se retiran de los moldes y se colocan en un tanque de agua o en una cámara de curado a la misma temperatura para que el

concreto continúe su proceso de hidratación. Esto se realiza hasta que las probetas alcanzan la edad requerida para el ensayo (7, 14 y 28 días, según sea el caso).

3. Ensayo de compresión.

- Colocación de la probeta: Una vez alcanzada la edad de curado (normalmente a los 28 días), las probetas se retiran del agua y se secan ligeramente con un trapo para eliminar el exceso de humedad superficial.
- La probeta se coloca en el centro de la máquina de compresión de manera que las fuerzas de carga se apliquen sobre las caras planas y paralelas de la probeta.

4. Aplicación de la carga.

- La carga se aplica de forma continua y uniforme, incrementándose a una velocidad constante (normalmente entre 0.25 y 0.35 MPa/s) hasta que la probeta falla, es decir, hasta que se rompe.
- Se documenta la carga máxima que puede soportar la probeta antes de fallar.

Figura 12

Resistencia a la compresión





6) Ensayo de resistencia a la flexión.

Es una prueba esencial en elementos estructurales como losas de pavimento, vigas y pisos, donde el concreto está sometido a fuerzas que generan momentos flectores.

El ensayo sigue las normas como la ASTM C78.

Procedimiento:

1. Preparación de las probetas.

- Se moldea una probeta prismática de concreto fresco en un molde de dimensiones estándar (por ejemplo, 15 cm x 15 cm x 50 cm). La muestra debe ser representativa del concreto que se va a utilizar.
- El concreto se coloca en el molde en dos capas, compactando cada una con 25 golpes de la varilla de compactación para evitar vacíos. Se asegura que la superficie del concreto esté nivelada y lisa.

2. Curado de las probetas.

- Las probetas se almacenan en condiciones controladas ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa superior al 95%) durante las primeras 24 horas.
- Después de este período, las probetas se desmoldan y se sumergen en agua o se almacenan en una cámara de curado hasta alcanzar la edad de ensayo (normalmente a los 7, 14 o 28 días).

3. Colocación de la probeta en la máquina de ensayo.

- Una vez que las probetas han alcanzado la edad de curado, se retiran del tanque de agua y se secan ligeramente para eliminar el exceso de humedad superficial.
- La probeta se coloca en la máquina de ensayo de flexión. La configuración típica es de dos puntos de apoyo en los extremos y dos puntos de carga aplicados a un tercio de la longitud de la probeta (prueba de carga en tres puntos).
- Las distancias entre los puntos de apoyo y los puntos de carga deben ser exactas y deben verificarse con una regla o cinta métrica.

4. Aplicación de la carga.

- La carga se aplica de manera gradual y continua en los dos puntos de carga, aumentando de manera uniforme hasta que la probeta se rompe o falla.
- La máquina registra la carga máxima que soporta justo antes de romperse.

Figura 13

Ensayo de la resistencia a flexión



Fase III: Evaluación de los resultados

En la presente etapa, los resultados obtenidos se presentan en cuadros donde permitirán visualizar de manera clara y estructurada las diferencias entre los distintos grupos de edad y los porcentajes correspondientes. Estos cuadros facilitarán el análisis y la interpretación de los datos, destacando las tendencias y variaciones que se hayan registrado durante el estudio. Además, estos comparativos proporcionarán una base sólida para realizar conclusiones más detalladas y fundamentadas sobre las relaciones observadas entre las variables evaluadas.

3.8.2. *Procesamiento y análisis de datos*

El procesamiento y análisis de los datos se realizó utilizando varias herramientas, como tablas, gráficos y cálculos estadísticos. Estos instrumentos permitirán una visualización clara y precisa de la información obtenida, facilitando la identificación de



patrones, tendencias y relaciones significativas entre las variables. Este enfoque metódico permitirá una evaluación detallada de la información y proporcionará una base sólida para el desarrollo de conclusiones bien fundamentadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados obtenidos

En el presente ítem se presentan los resultados de la investigación, detallando los valores de la caracterización de los agregados, granulometría, asentamiento de la mezcla fresca, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto endurecido a los 7, 14 y 28 días de curado, todo ellos con la incorporación de caucho reciclado proveniente de neumáticos reciclados y policloruro de vinilo proveniente de cortes de tuberías PVC.

a) Peso específico y absorción

Se presentan los resultados obtenidos sobre el peso específico y la absorción de la cantera de agregados Isla:

Tabla 7

Peso específico y absorción de los agregados.

Propiedades preliminares de agregados		
Agregado	Pesos específico (gr/cc)	Absorción (%)
Fino	3.05	2.61
Grueso	2.86	2.48

b) Ensayo de granulometría

Tabla 8

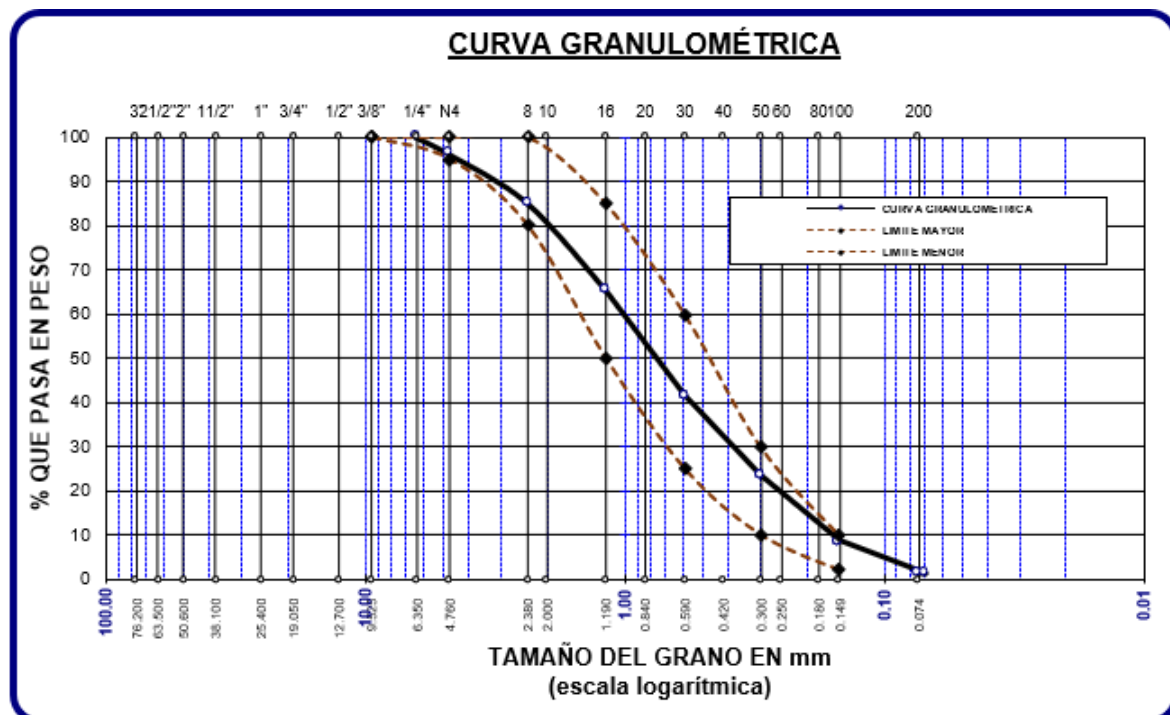
Granulometría del agregado fino

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especif.
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	-
No4	4.760	18.82	3.76	3.76	96.24	95 - 100%
No8	2.380	55.39	11.08	14.84	85.16	80 - 100%
No16	1.190	98.48	19.70	34.54	65.46	50 - 85%
No30	0.590	119.47	23.89	58.43	41.57	25 - 60%
No50	0.300	91.13	18.23	76.66	23.34	10 - 30%
No100	0.149	73.86	14.77	91.43	8.57	2 - 10 %
No200	0.074	37.14	7.43	98.86	1.14	-
Base		5.71	1.14	100.0	0.00	
Total		500.00	100.00			
% Perdida		1.14				

Nota. Resultados obtenidos de la evaluación

Figura 14

Granulometría del agregado fino



La figura muestra la gradación del agregado fino, donde nos da una gradación coherente dentro del del rango requerido.

Tabla 9

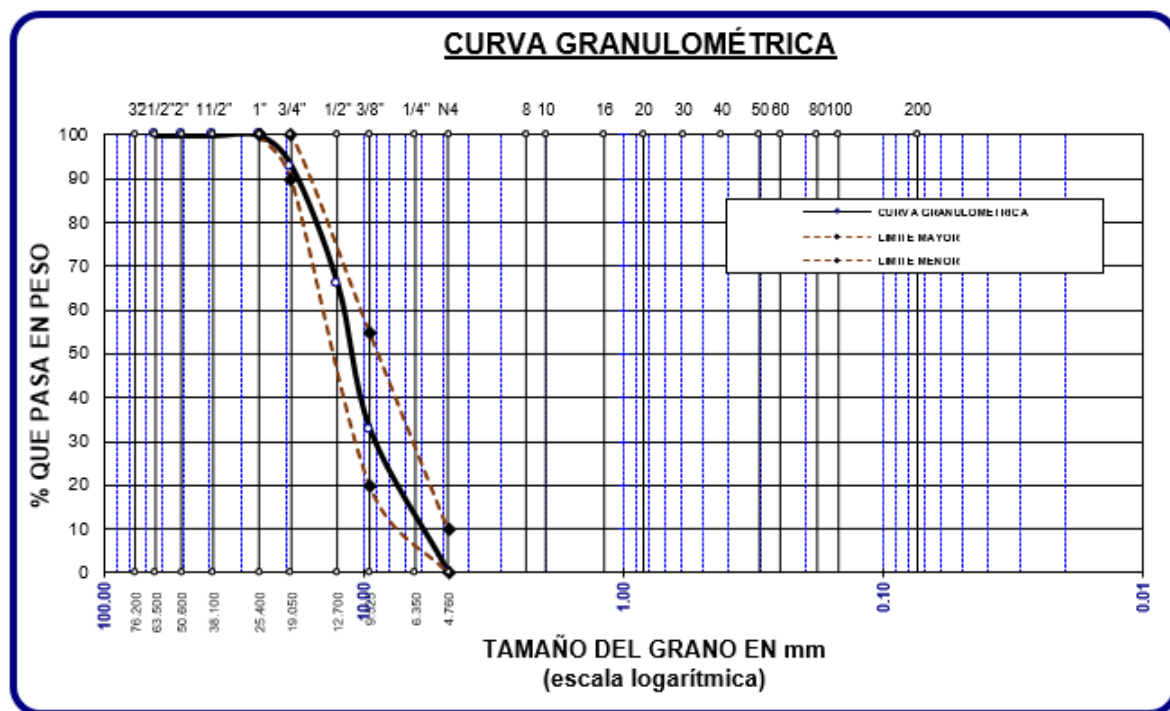
Granulometría del agregado grueso

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

Nota. Resultados obtenidos de laboratorio

Figura 15

Granulometría del agregado grueso



La figura muestra la gradación del agregado grueso, donde nos da una gradación coherente dentro del del rango requerido.

c) Diseño de mezclas para el concreto hidráulico

Se especifican las proporciones de los componentes necesarios para la fabricación de briquetas de concreto hidráulico con una resistencia de 280 kg/cm².

Tabla 10*Diseño de mezcla para el concreto hidráulico*

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo	Proporción en Volumen
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)	Peso Húmedo
Cemento	439.91	1.00	439.91	1.00
Agua	205.00	0.47	209.94	0.48
A. Grueso	1003.36	2.28	1020.22	2.32
A. Fino	648.27	1.56	705.23	1.60
Aire	2.0%		2.0%	

La tabla delinea el diseño de la mezcla para la fabricación de concreto hidráulico, especificando las proporciones por peso y volumen, incluido el 2.0% de aire.

d) Diseño de mezcla del CH + 3.5% CR.**Tabla 11***Diseño de mezcla del CH + 3.5% CR*

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	439.91	1.00	439.91
Agua	205.00	0.47	209.94
A. Grueso	1003.36	2.28	1020.22
A. Fino	648.27	1.56	705.23
Aire	2.0%		2.0%
3.5% CR	1.48	0.0350	1.48

La tabla presenta el diseño de mezclas para el CH + 3.5% CR, con cantidades de caucho reciclado con 1.48 kg para la adición de 3.5%.

e) Diseño de mezcla del CH + 6.5% CR.**Tabla 12***Diseño de mezcla del CH + 6.5% CR*

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	439.91	1.00	439.91
Agua	205.00	0.47	209.94
A. Grueso	1003.36	2.28	1020.22
A. Fino	648.27	1.56	705.23
Aire	2.0%		2.0%
6.5% CR	2.76	0.0650	2.76

La tabla presenta el diseño de mezclas para el CH + 6.5% CR, con cantidades de caucho reciclado con 2.76 kg para la adición de 6.5%.

f) Diseño de mezcla del CH + 9.5% CR.**Tabla 13***Diseño de mezcla del CP + 9.5% CR*

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	439.91	1.00	439.91
Agua	205.00	0.47	209.94
A. Grueso	1003.36	2.28	1020.22
A. Fino	648.27	1.56	705.23
Aire	2.0%		2.0%
9.5% CR	4.04	0.0950	4.04

La tabla presenta el diseño de mezclas para el CH + 9.5% CR, con cantidades de caucho reciclado con 4.04 kg para la adición de 9.5%.

g) Diseño de mezcla del CH + 6% PVC**Tabla 14***Diseño de mezcla del CH + 6% PVC*

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	439.91	1.00	439.91
Agua	205.00	0.47	209.94
A. Grueso	1003.36	2.28	1020.22
A. Fino	648.27	1.56	705.23
Aire	2.0%		2.0%
6% PVC	2.55	0.600	2.55

La tabla presenta el diseño de mezclas para el CH + 6% PVC, con cantidades de tiras de PVC reciclado con 2.55 kg para la adición de 6%.

h) Diseño de mezcla del CH + 11% PVC.**Tabla 15***Diseño de mezcla del CH + 11% PVC*

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	439.91	1.00	439.91
Agua	205.00	0.47	209.94
A. Grueso	1003.36	2.28	1020.22
A. Fino	648.27	1.56	705.23
Aire	2.0%		2.0%
11% PVC	4.67	0.110	4.67

La tabla presenta el diseño de mezclas para el CH + 11% PVC, con cantidades de tiras de PVC reciclado con 4.67 kg para la adición de 11%.



i) Diseño de mezcla del CH + 16% PVC.

Tabla 16

Diseño de mezcla del CH + 16% PVC

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	439.91	1.00	439.91
Agua	205.00	0.47	209.94
A. Grueso	1003.36	2.28	1020.22
A. Fino	648.27	1.56	705.23
Aire	2.0%		2.0%
16% PVC	6.80	0.160	6.80

La tabla presenta el diseño de mezclas para el CH + 16% PVC, con cantidades de tiras de PVC reciclado con 6.80 kg para la adición de 16%.

4.1.1. Efecto de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado sobre la trabajabilidad del concreto hidráulico

4.1.1.1. Medición de la trabajabilidad del concreto (ASTM C-143)

Tabla 17

Trabajabilidad del concreto hidráulico + % CR

Descripción	Medida de la trabajabilidad con Cono de Abrams		Consistencia	Trabajabilidad
	Asentamiento			
	In	cm		
CH	3.2	8.13	Plástica	Trabajable
CH + 3.5% CR	3.2	8.13	Plástica	Trabajable
CH + 6.5% CR	2.8	7.11	Seca	Poco trabajable
CH + 9.5% CR	2.4	6.10	Seca	Poco trabajable

La tabla muestra la trabajabilidad de la mezcla del CH con la adición de 3.5%, 6.5% y 9.5%, fueron 3.2", 2.8" y 2.4", se puede decir que el Slump tiende a disminuir con la incorporación de caucho reciclado en relación a la muestra de CH, por ello se puede decir que el concreto se vuelve poco trabajable al aumentar CR.

Tabla 18

Trabajabilidad del concreto hidráulico + % PVC

Descripción	Medida de la trabajabilidad con Cono de Abrams		Consistencia	Trabajabilidad
	Asentamiento			
	In	cm		
CH	3.2	8.13	Plástica	Trabajable
CH + 6% PVC	3.0	7.62	Plástica	Trabajable
CH + 11% PVC	2.6	6.60	Seca	Poco trabajable
CH + 16% PVC	2.5	6.35	seca	Poco trabajable

La tabla muestra la trabajabilidad de la mezcla del CH con la adición de 6%, 11% y 16%, fueron 3.0", 2.6" y 2.5", se puede decir que el Slump disminuye al incrementar las tiras de PVC reciclado en relación a la muestra de CH, por ello se puede decir que el concreto se vuelve poco trabajable al incrementar PVC.

4.1.2. Influencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado sobre la resistencia a compresión

a) Resistencia del concreto hidráulico – 7 días

Tabla 19

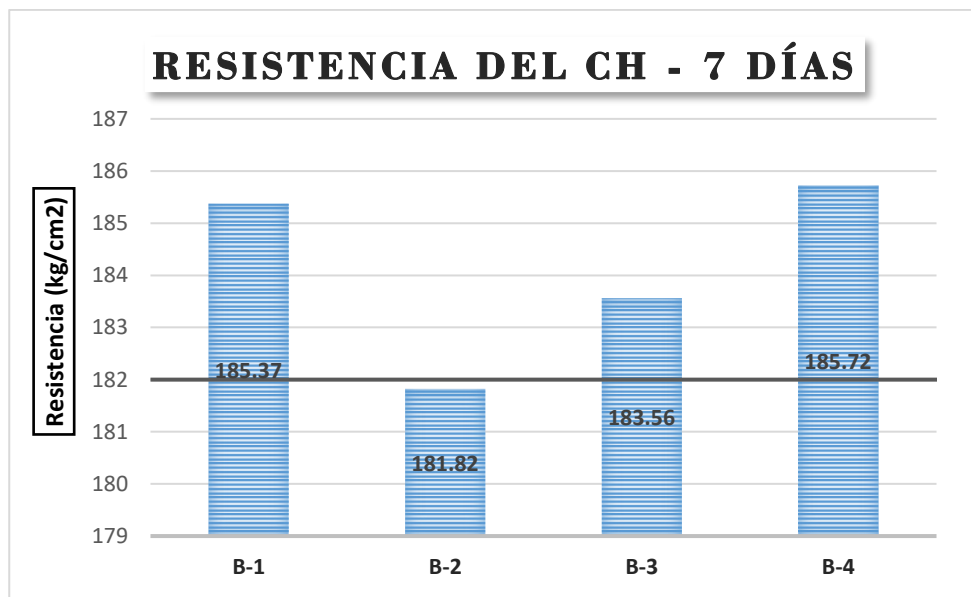
Resistencia a compresión del CH – 7 días

Resistencia a compresión del CPH – 7 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	185.37	182.00	1.85
B-2	181.82		-0.10
B-3	183.56		0.86
B-4	185.72		2.04
\bar{X}	184.12	-	1.16

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizados en 4 briquetas de concreto hidráulico, alcanzando valores de resistencia luego de los 7 días de curado, con un promedio de 184.12 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño de concreto.

Figura 16

Esfuerzo de rotura del CH



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 185.72 kg/cm².

b) Resistencia del concreto hidráulico – 14 días

Tabla 20

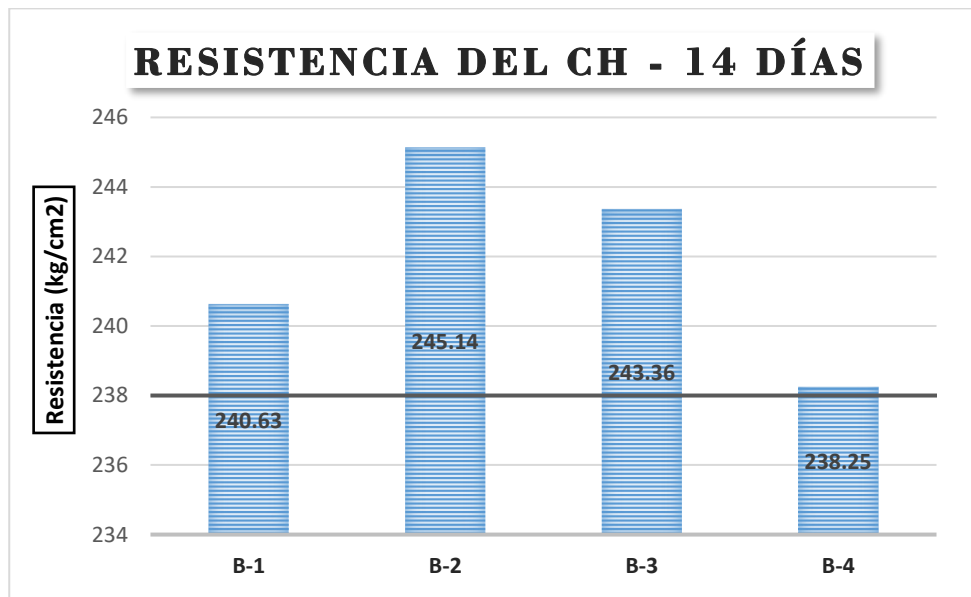
Resistencia a compresión del CH - 14 días

Resistencia a compresión del CPH – 14 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	240.63		1.11
B-2	245.14		3.00
B-3	243.36	238.00	2.25
B-4	238.25		0.11
X̄	241.85	-	1.62

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizados en 4 briquetas de concreto hidráulico, alcanzando valores de resistencia luego de los 14 días de curado, con un promedio de 241.85 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño de concreto.

Figura 17

Esfuerzo de rotura del CH



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 245.14 kg/cm².

c) Resistencia del concreto hidráulico – 28 días

Tabla 21

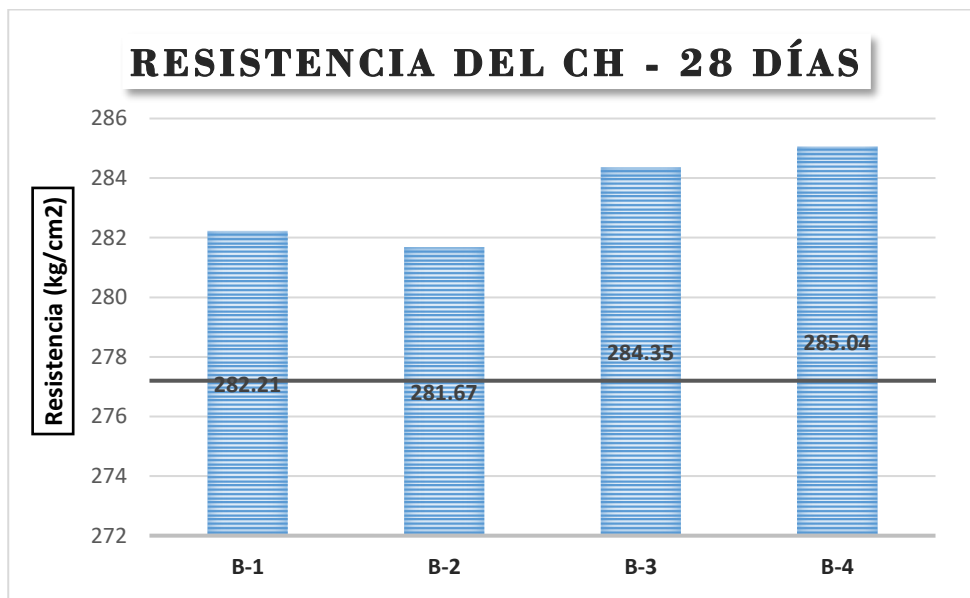
Resistencia a compresión del CH – 28 días

Resistencia a compresión del CPH – 28 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	282.21	277.20	1.81
B-2	281.67		1.61
B-3	284.35		2.58
B-4	285.04		2.83
\bar{X}	283.32	-	2.21

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizados en 4 briquetas de concreto hidráulico, alcanzando valores de resistencia luego de los 28 días de curado, con un promedio de 283.32 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño de concreto.

Figura 18

Esfuerzo de rotura del CH – 28 días



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una biqueta de mayor resistencia de 285.04 kg/cm².

4.1.2.1. Resistencia a compresión del CH + Caucho reciclado

1) Resistencia del CH + 3.5% CR - 7 días

Tabla 22

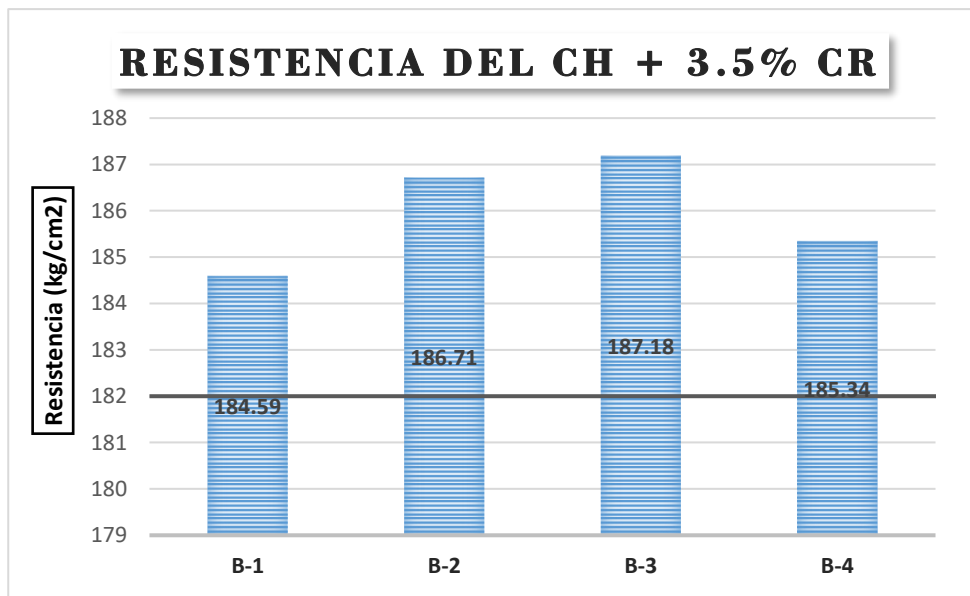
Resistencia a compresión del CH + 3.5% CR

Resistencia a compresión del CH + 3.5% CR – 7 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	184.59		1.42
B-2	186.71	182.00	2.59
B-3	187.18		2.85
B-4	185.34		1.84
\bar{X}	185.96	-	2.17

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 3.5% de CR, el resultado de la resistencia luego de 7 días de curado obtuvo un promedio de 185.96 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño que es 182.00 kg/cm².

Figura 19

Esfuerzo de rotura del CH + 3.5% CR



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 187.18 kg/cm².

2) Resistencia del CH + 3.5% CR - 14 días

Tabla 23

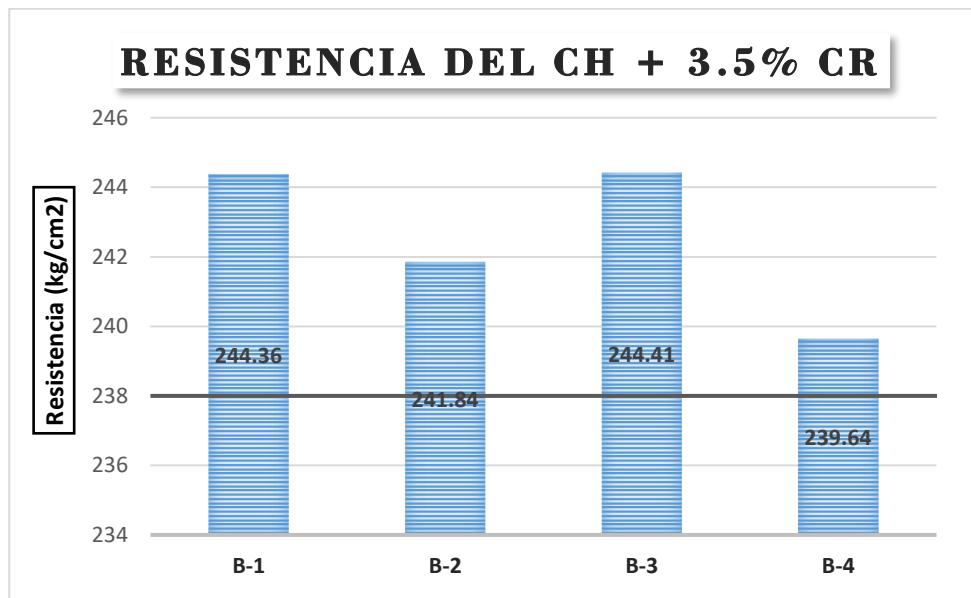
Resistencia a compresión del CH + 3.5% CR

Resistencia a compresión del CH + 3.5% CR – 14 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	244.36		2.67
B-2	241.84	238.00	1.61
B-3	244.41		2.69
B-4	239.64		0.69
\bar{X}	242.56	-	1.92

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 3.5% de CR, el resultado de la resistencia luego de 14 días de curado obtuvo un promedio de 242.56 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño que es 238.00 kg/cm².

Figura 20

Esfuerzo de rotura del CH + 3.5% CR



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 244.41 kg/cm².

3) Resistencia del CH + 3.5% CR - 28 días

Tabla 24

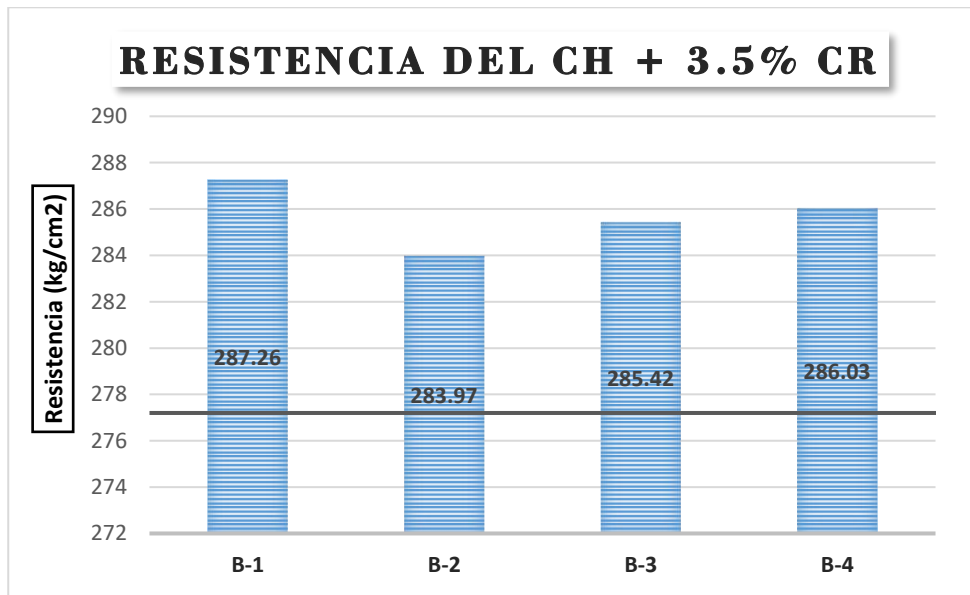
Resistencia a compresión del CH + 3.5% CR

Resistencia a compresión del CH + 3.5% CR – 28 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	287.26		3.63
B-2	283.97	277.20	2.44
B-3	285.42		2.97
B-4	286.03		3.19
\bar{X}	285.67	-	3.06

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 3.5% de CR, el resultado de la resistencia luego de 28 días de curado obtuvo un promedio de 285.67 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño que es 277.20 kg/cm².

Figura 21

Esfuerzo de rotura del CH + 3.5% CR



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 287.26 kg/cm².

4) Resistencia del CH + 6.5% CR - 7 días

Tabla 25

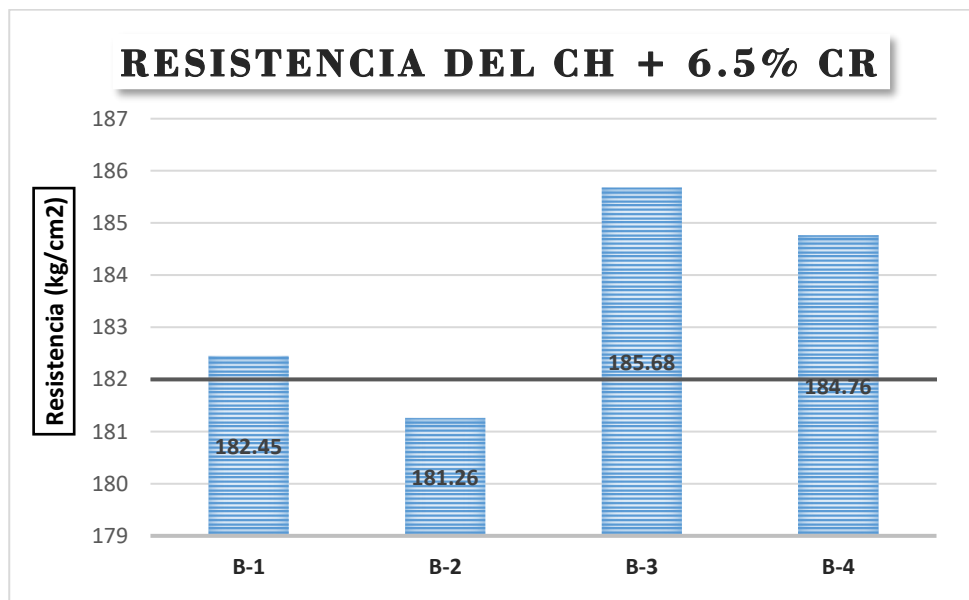
Resistencia a compresión del CH + 6.5% CR

Resistencia a compresión del CH + 6.5% CR – 7 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	182.45		0.25
B-2	181.26		-0.41
B-3	185.68	182.00	2.02
B-4	184.76		1.52
\bar{X}	183.54	-	0.84

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 6.5% de CR, el resultado de la resistencia luego de 7 días de curado obtuvo un promedio de 183.54 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño que es 182.00 kg/cm².

Figura 22

Esfuerzo de rotura del CH + 6.5% CR



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 185.68 kg/cm².

5) Resistencia del CH + 6.5% CR - 14 días

Tabla 26

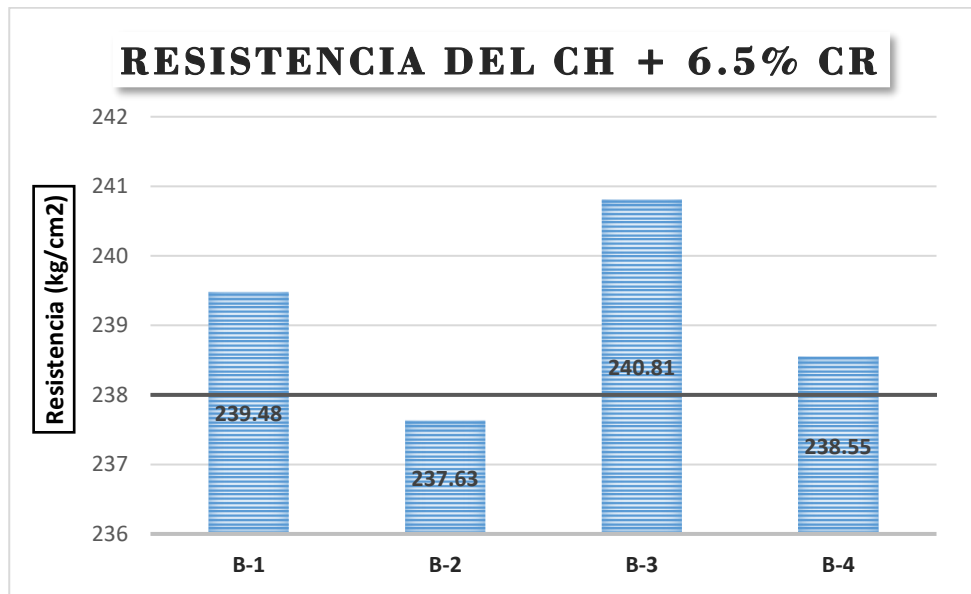
Resistencia a compresión del CH + 6.5% CR

Resistencia a compresión del CH + 6.5% CR – 14 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	239.48		0.62
B-2	237.63		-0.16
B-3	240.81	238.00	1.18
B-4	238.55		0.23
\bar{X}	239.12	-	0.47

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 6.5% de CR, el resultado de la resistencia luego de 14 días de curado obtuvo un promedio de 239.12 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño que es 238.00 kg/cm².

Figura 23

Esfuerzo de rotura del CH + 6.5% CR



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 240.81 kg/cm².

6) Resistencia del CH + 6.5% CR - 28 días

Tabla 27

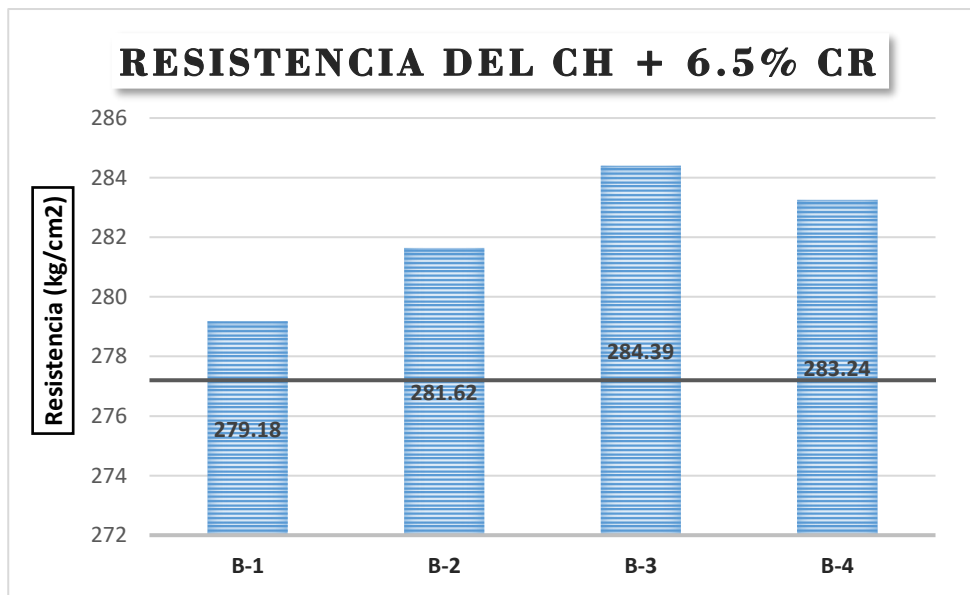
Resistencia a compresión del CH + 6.5% CR

Resistencia a compresión del CH + 6.5% CR – 28 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	279.18		0.71
B-2	281.62	277.20	1.59
B-3	284.39		2.59
B-4	283.24		2.18
\bar{X}	282.11	-	1.77

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 6.5% de CR, el resultado de la resistencia luego de 28 días de curado obtuvo un promedio de 282.11 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño que es 277.20 kg/cm².

Figura 24

Esfuerzo de rotura del CH + 6.5% CR



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 284.39 kg/cm².

7) Resistencia del CH + 9.5% CR - 7 días

Tabla 28

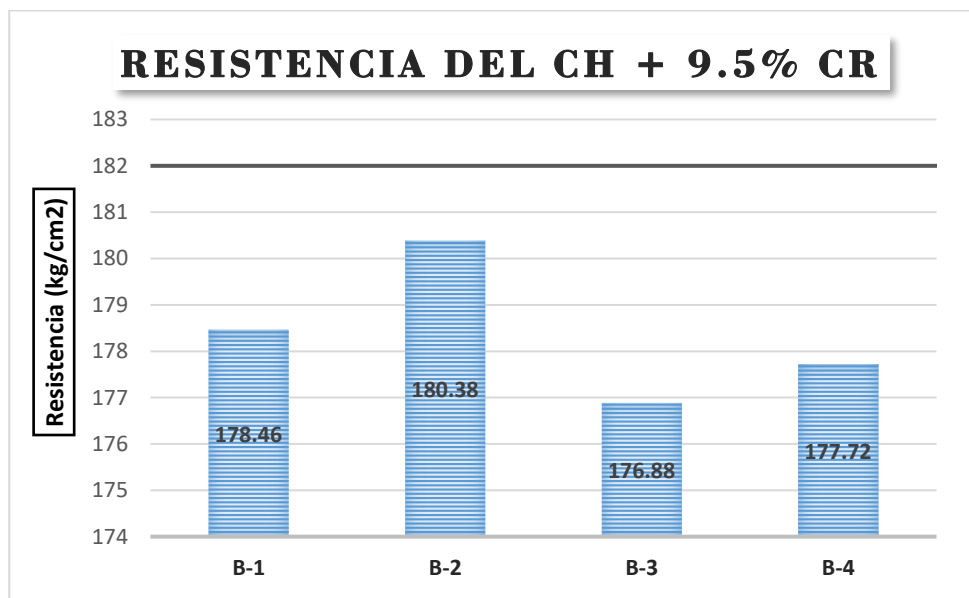
Resistencia a compresión del CH + 9.5% CR

Resistencia a compresión del CH + 9.5% CR – 7 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	178.46	182.00	-1.95
B-2	180.38		-0.89
B-3	176.88		-2.81
B-4	177.72		-2.35
\bar{X}	178.36	-	-2.00

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 9.5% de CR, el resultado de la resistencia luego de 7 días de curado obtuvo un promedio de 178.36 kg/cm², lo que demuestra estar por debajo del diseño que es 182.00 kg/cm².

Figura 25

Esfuerzo de rotura del CH + 9.5% CR



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 180.38 kg/cm².

8) Resistencia del CH + 9.5% CR - 14 días

Tabla 29

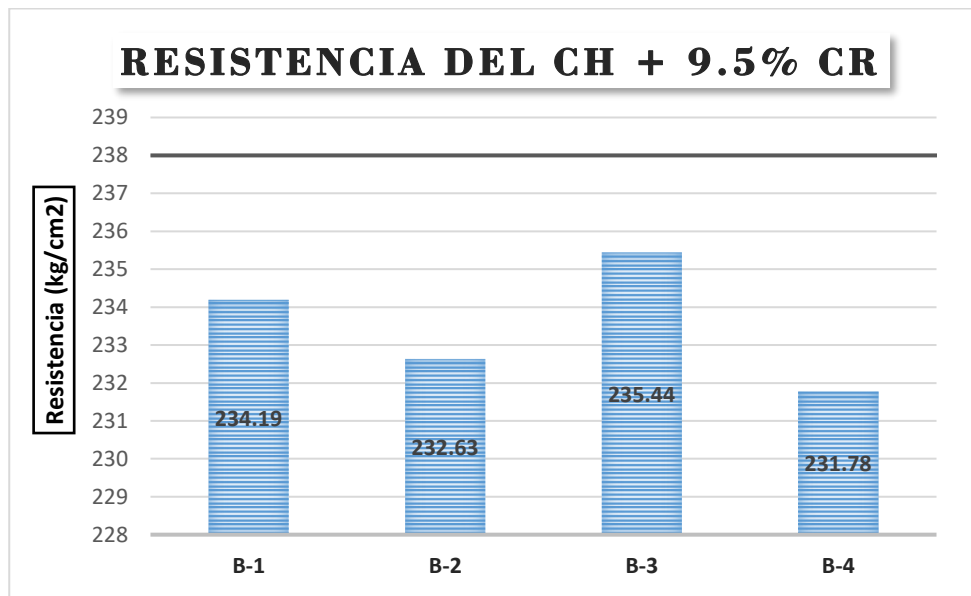
Resistencia a compresión del CH + 9.5% CR

Resistencia a compresión del CH + 9.5% CR – 14 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	234.19		-1.60
B-2	232.63		-2.26
B-3	235.44	238.00	-1.08
B-4	231.78		-2.61
\bar{X}	233.51	-	-1.89

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 9.5% de CR, el resultado de la resistencia luego de 14 días de curado obtuvo un promedio de 233.51 kg/cm², lo que demuestra estar por debajo del diseño que es 238.00 kg/cm².

Figura 26

Esfuerzo de rotura del CH + 9.5% CR



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 235.44 kg/cm².

9) Resistencia del CH + 9.5% CR - 28 días

Tabla 30

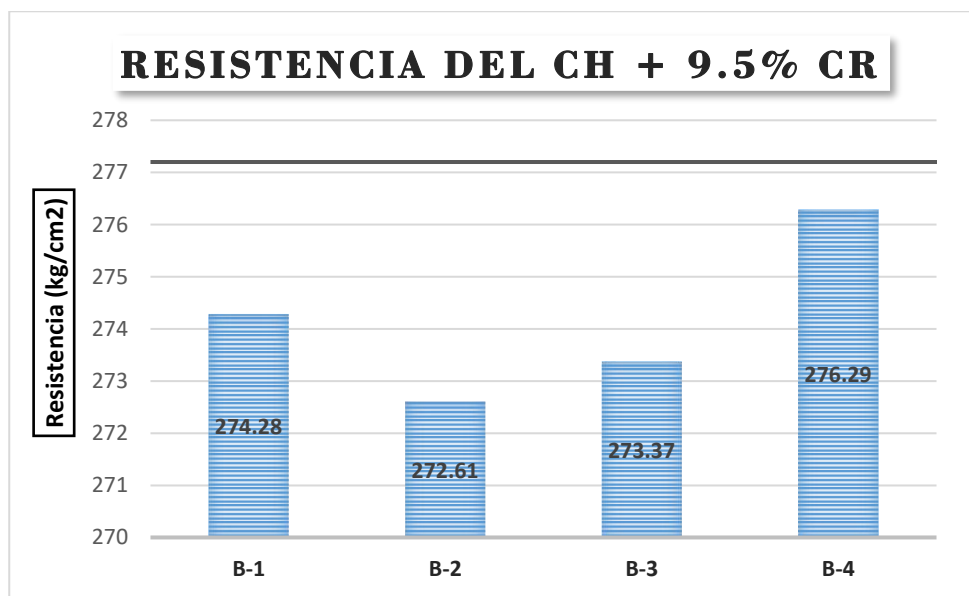
Resistencia a compresión del CH + 9.5% CR

Resistencia a compresión del CH + 9.5% CR – 28 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	274.28		-1.05
B-2	272.61		-1.66
B-3	273.37	277.20	-1.38
B-4	276.29		-0.33
\bar{X}	274.14	-	-1.10

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 9.5% de CR, el resultado de la resistencia luego de 28 días de curado obtuvo un promedio de 274.14 kg/cm², lo que demuestra estar por debajo del diseño que es 277.20 kg/cm².

Figura 27

Esfuerzo de rotura del CH + 9.5% CR



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 276.29 kg/cm².

4.1.2.2. Resistencia del CH + Tiras de policloruro de vinilo reciclado

a) Resistencia del CH + 6% PVC - 7 días

Tabla 31

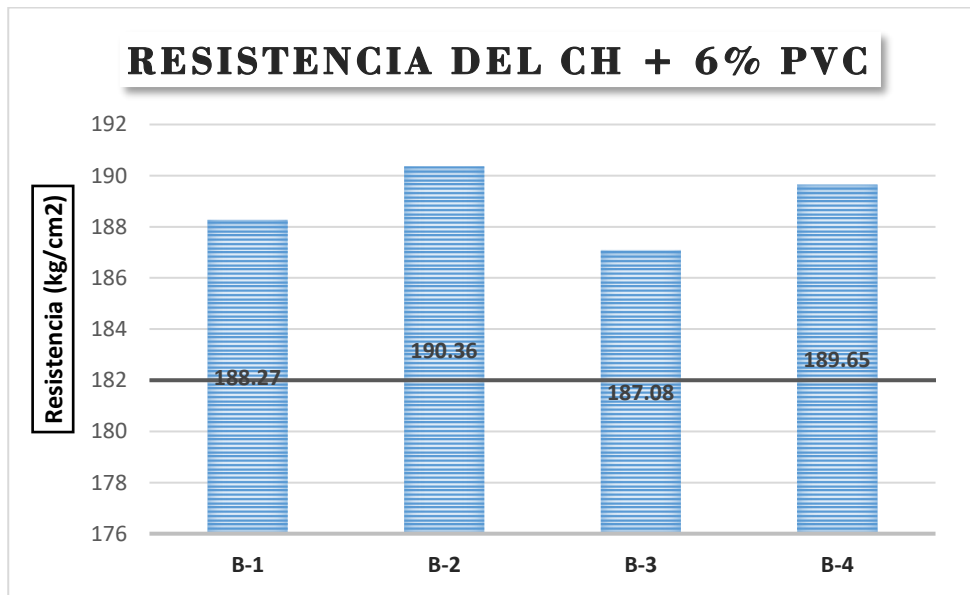
Resistencia a compresión del CH + 6% PVC

Resistencia a compresión del CH + 6% PVC – 7 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	188.27	182.00	3.45
B-2	190.36		4.59
B-3	187.08		2.79
B-4	189.65		4.20
\bar{X}	188.84	-	3.76

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 6% de PVC, el resultado de la resistencia luego de 7 días de curado obtuvo un promedio de 188.84 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño que es 182.00 kg/cm².

Figura 28

Esfuerzo de rotura del CPH + 6% PVC



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 190.36 kg/cm².

b) Resistencia del CH + 6% PVC - 14 días

Tabla 32

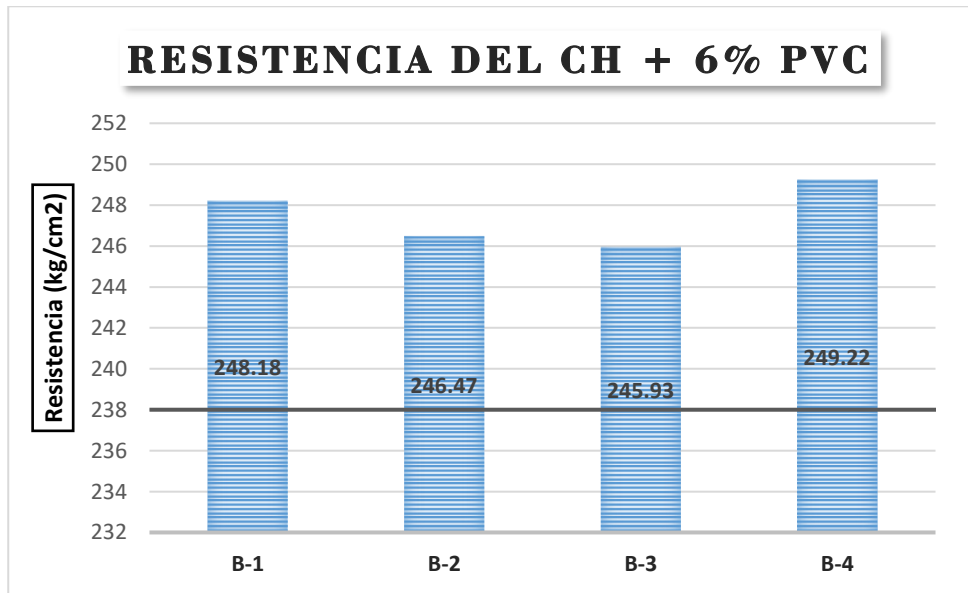
Resistencia a compresión del CH + 6% PVC

Resistencia a compresión del CH + 6% PVC – 14 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	248.18		4.28
B-2	246.47	238.00	3.56
B-3	245.93		3.33
B-4	249.22		4.71
\bar{X}	247.45	-	3.97

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 6% de PVC, el resultado de la resistencia luego de 14 días de curado obtuvo un promedio de 247.45 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño que es 238.00 kg/cm².

Figura 29

Esfuerzo de rotura del CH + 6% PVC



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 249.22 kg/cm².

c) Resistencia del CH + 6% PVC - 28 días

Tabla 33

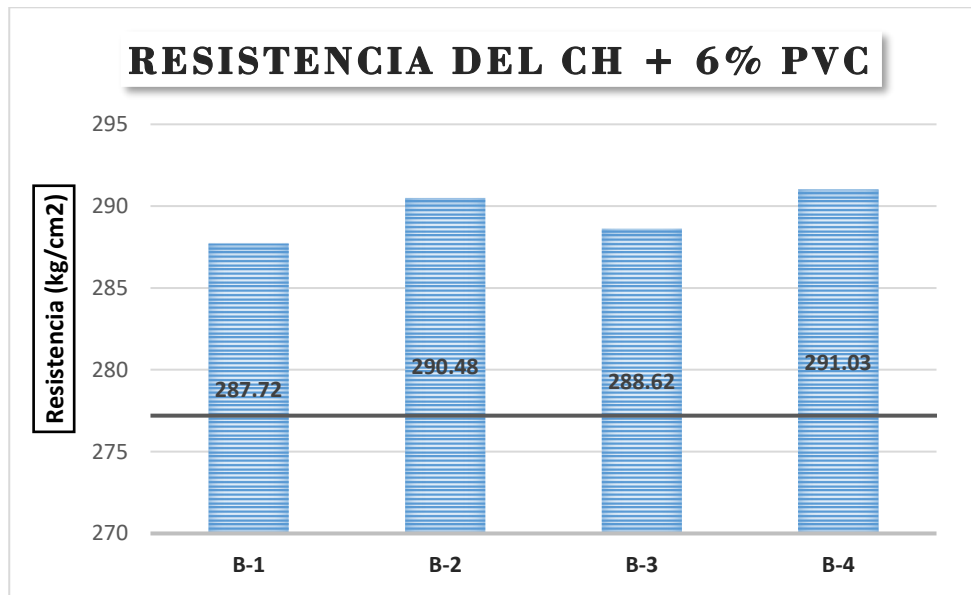
Resistencia a compresión del CH + 6% PVC

Resistencia a compresión del CH + 6% PVC – 28 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	287.72		3.80
B-2	290.48	277.20	4.79
B-3	288.62		4.12
B-4	291.03		4.99
\bar{X}	289.46	-	4.42

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 6% de PVC, el resultado de la resistencia luego de 28 días de curado obtuvo un promedio de 289.46 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño que es 277.20 kg/cm².

Figura 30

Esfuerzo de rotura del CH + 6% PVC



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 291.03 kg/cm².

d) Resistencia del CH + 11% PVC - 7 días

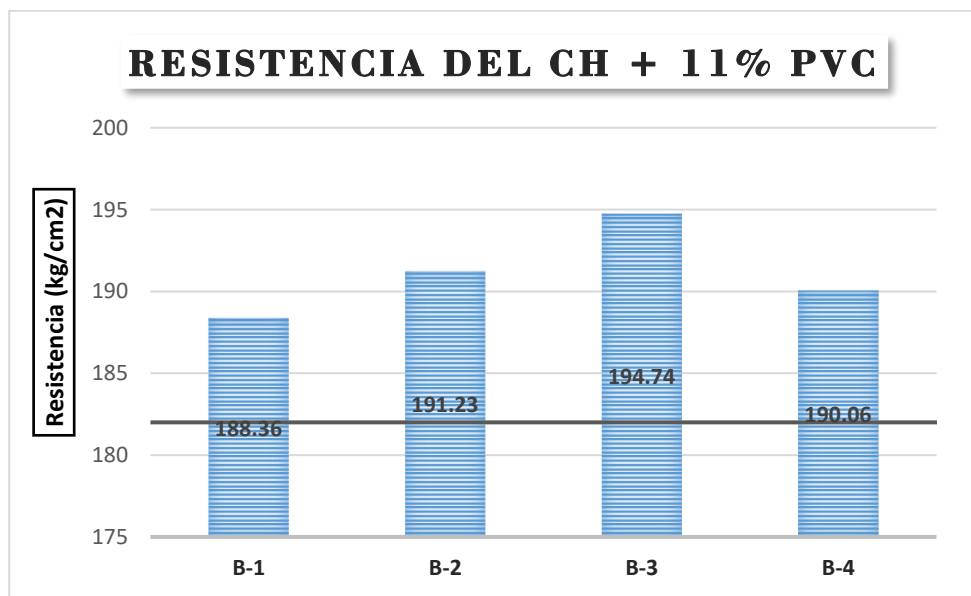
Tabla 34

Resistencia a compresión del CH + 11% PVC

Resistencia a compresión del CH + 11% PVC – 7 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	188.36		3.49
B-2	191.23		5.07
B-3	194.74	182.00	7.00
B-4	190.06		4.43
\bar{X}	191.10	-	5.00

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 11% de PVC, el resultado de la resistencia luego de 7 días de curado obtuvo un promedio de 191.10 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño que es 182.00 kg/cm².

Figura 31

Esfuerzo de rotura del CH + 11% PVC

La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 194.74 kg/cm².

e) Resistencia del CH + 11% PVC - 14 días

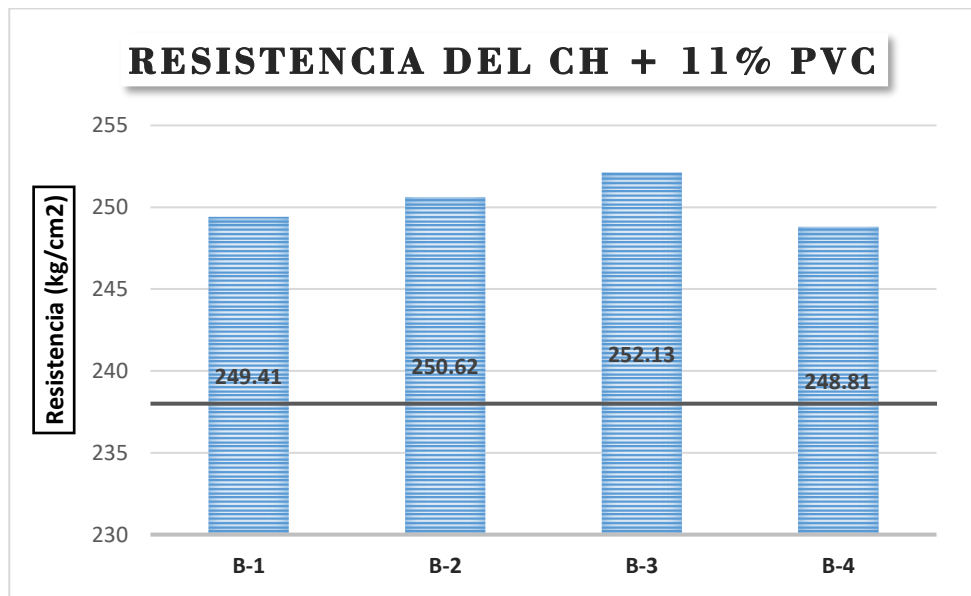
Tabla 35

Resistencia a compresión del CH + 11% PVC

Resistencia a compresión del CH + 11% PVC – 14 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	249.41		4.79
B-2	250.62	238.00	5.30
B-3	252.13		5.94
B-4	248.81		4.54
\bar{X}	250.24	-	5.14

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 11% de PVC, el resultado de la resistencia luego de 14 días de curado obtuvo un promedio de 250.24 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño que es 238.00 kg/cm².

Figura 32

Esfuerzo de rotura del CH + 11% PVC

La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 252.13 kg/cm².

f) Resistencia del CH + 11% PVC - 28 días

Tabla 36

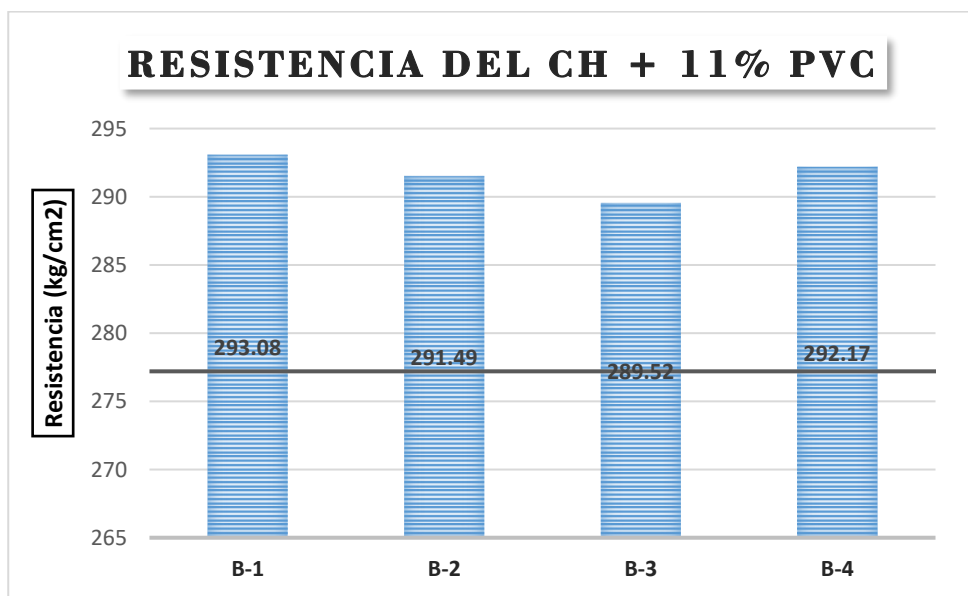
Resistencia a compresión del CH + 11% PVC

Resistencia a compresión del CH + 11% PVC – 28 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	293.08		5.73
B-2	291.49		5.16
B-3	289.52	277.20	4.44
B-4	292.17		5.40
\bar{X}	291.57	-	5.18

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 11% de PVC, el resultado de la resistencia luego de 28 días de curado obtuvo un promedio de 291.57 kg/cm², lo que demuestra estar por arriba del diseño que es 277.20 kg/cm².

Figura 33

Esfuerzo de rotura del CH + 11% PVC



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 293.08 kg/cm².

g) Resistencia del CH + 16% PVC - 7 días

Tabla 37

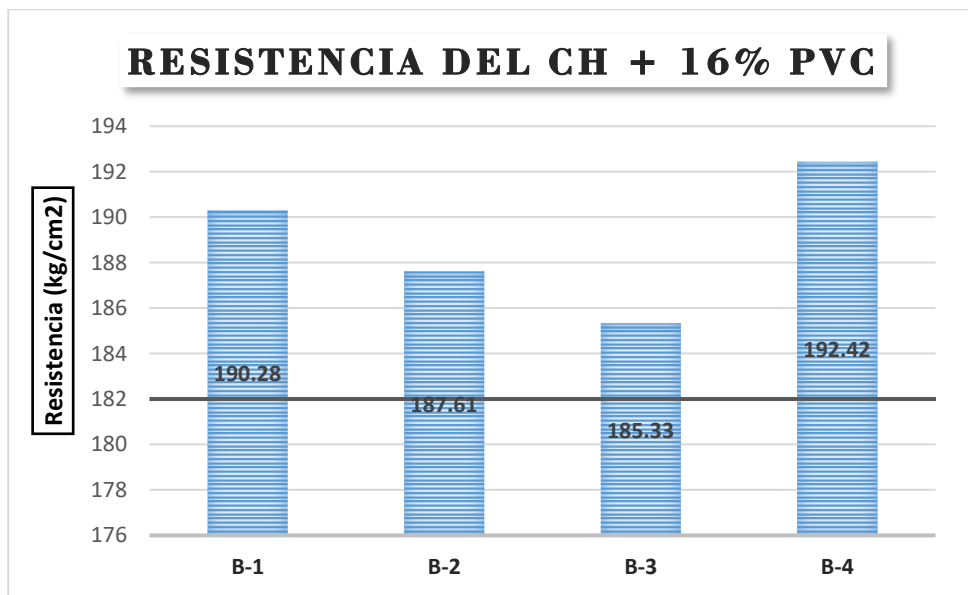
Resistencia a compresión del CH + 16% PVC

Resistencia a compresión del CH + 16% PVC – 7 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	190.28		4.55
B-2	187.61		3.08
B-3	185.33	182.00	1.83
B-4	192.42		5.73
\bar{X}	188.91	-	3.80

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 16% de PVC, el resultado de la resistencia luego de 7 días de curado obtuvo un promedio de 188.91 kg/cm², lo que demuestra estar por encima del porcentaje recomendado de 65% (182.00 kg/cm²).

Figura 34

Esfuerzo de rotura del CH + 16% PVC



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 192.42 kg/cm².

h) Resistencia del CH + 16% PVC - 14 días

Tabla 38

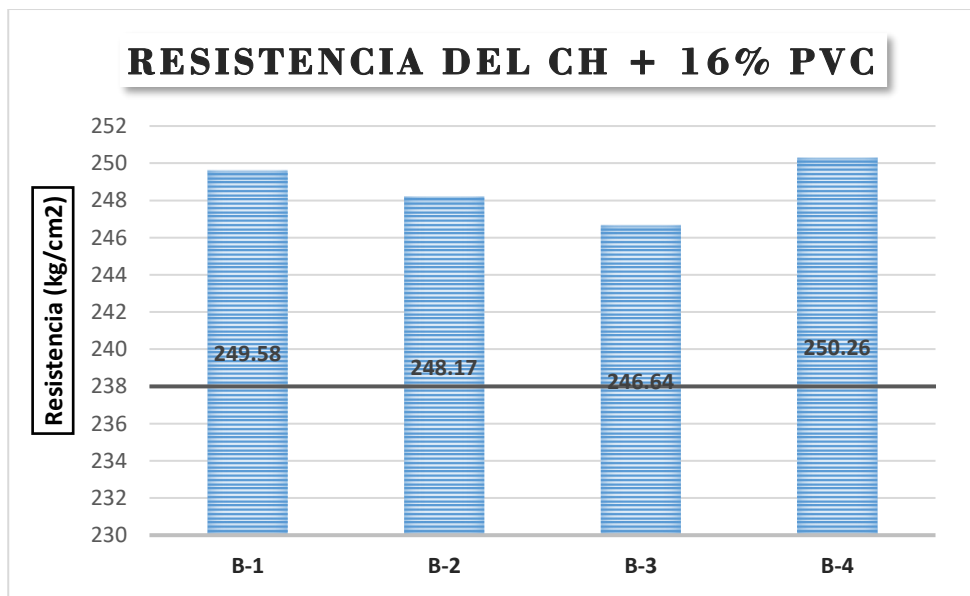
Resistencia a compresión del CH + 16% PVC

Resistencia a compresión del CH + 16% PVC – 14 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	249.58		4.87
B-2	248.17	238.00	4.27
B-3	246.64		3.63
B-4	250.26		5.15
\bar{X}	248.66	-	4.48

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 16% de PVC, el resultado de la resistencia luego de 14 días de curado obtuvo un promedio de 248.66 kg/cm², lo que demuestra estar por encima del diseño que es 238.00 kg/cm².

Figura 35

Esfuerzo de rotura del CH + 16% PVC



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 250.26 kg/cm².

i) Resistencia del CH + 16% PVC - 28 días

Tabla 39

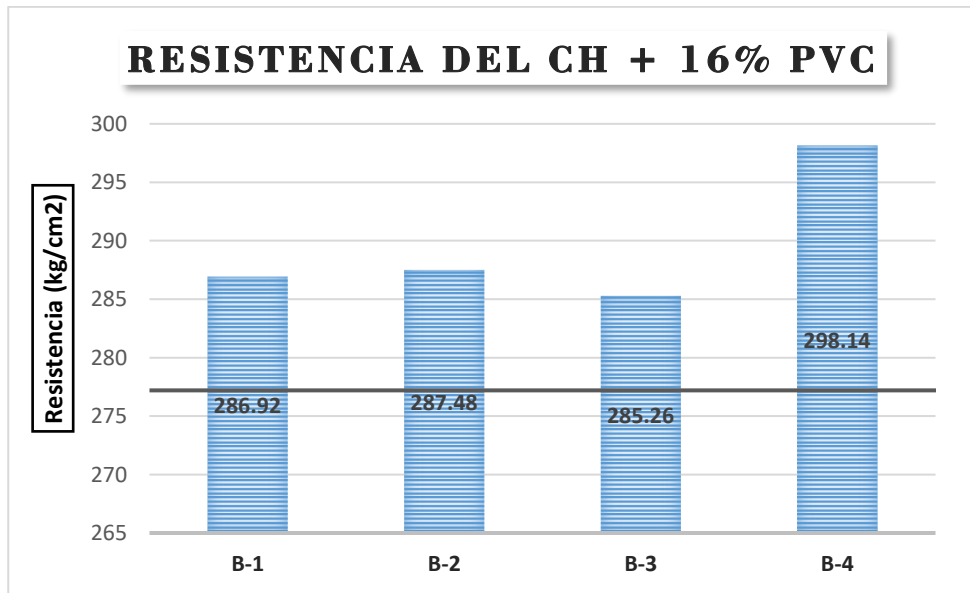
Resistencia a compresión del CH + 16% PVC

Resistencia a compresión del CH + 16% PVC – 28 días			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	286.92		3.51
B-2	287.48	277.20	3.71
B-3	285.26		2.91
B-4	298.14		7.55
\bar{X}	289.45	-	4.42

La tabla muestra los esfuerzos de rotura realizadas a 4 briquetas de CH con la inclusión de 16% de PVC, el resultado de la resistencia luego de 28 días de curado obtuvo un promedio de 289.45 kg/cm², lo que demuestra estar por encima del diseño que es 277.20 kg/cm².

Figura 36

Esfuerzo de rotura del CH + 16% PVC



La figura muestra el porcentaje de variación de las resistencias alcanzadas en la evaluación de las roturas de briquetas, obteniendo una briketa de mayor resistencia de 298.14 kg/cm².

4.1.2.3. Comparación de resistencias del CH + %CR y +%PVC

a) Concreto + CR tras los 7,14,28 días

Tabla 40

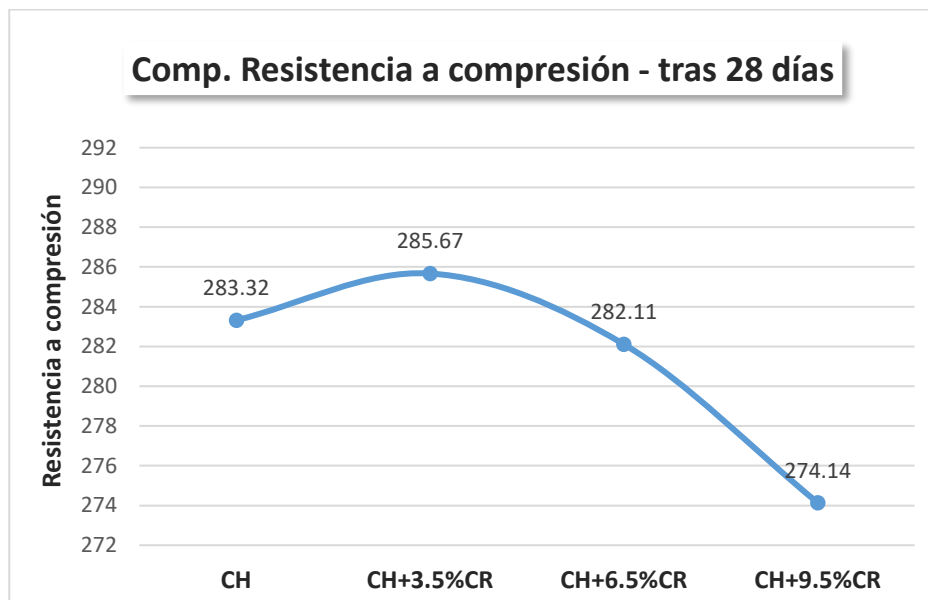
Resistencias del CH + % CR luego de 7, 14 y 28 días de curado

Comparativo de la resistencia a compresión (kg/cm ²)			
Muestra	A los 7 días	A los 14 días	A los 28 días
CH	184.12	241.85	283.32
CH + 3.5% CR	185.96	242.56	285.67
CH + 6.5% CR	183.54	239.12	282.11
CH + 9.5% CR	178.36	233.51	274.14

Se presentan los valores alcanzados al evaluar la resistencia del concreto luego de 7, 14 y 28 días de curado. Los datos muestran una reducción significativa en la resistencia con el aumento de la proporción de adición de CR. A medida que la cantidad de este aditivo aumenta, las briquetas se fracturan con mayor rapidez.

Figura 37

Esfuerzos del CH + % CR luego de 28 días de curado



La figura muestra cómo varían las resistencias del concreto al agregar diferentes cantidades de CR. A medida que aumentan las proporciones de este aditivo, se observa una clara tendencia a la disminución de la resistencia del material.

b) Comparación de las resistencias del concreto + PVC a los 7,14,28 días

Tabla 41

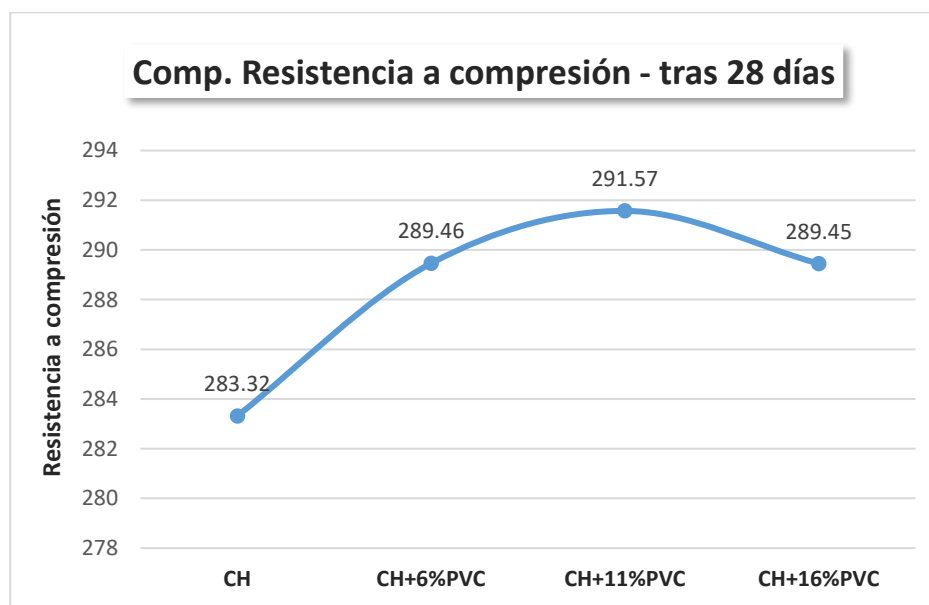
Resistencias del CH + % PVC luego de 7, 14 y 28 días de curado

Comparativo de la resistencia a compresión (kg/cm ²)			
Muestra	A los 7 días	A los 14 días	A los 28 días
CH	184.12	241.85	283.32
CH + 6% PVC	188.84	247.45	289.46
CH + 11% PVC	191.10	250.24	291.57
CH + 16% PVC	188.91	248.66	289.45

Se presentan los valores alcanzados al evaluar la resistencia del concreto luego de 7, 14 y 28 días de curado. Los datos muestran una reducción significativa en la resistencia con el aumento de la proporción de adición de PVC. A medida que la cantidad de este aditivo aumenta, las briquetas se fracturan con mayor rapidez.

Figura 38

Esfuerzos del CH + % PVC luego de 28 días de curado



La figura muestra cómo varían las resistencias del concreto al agregar diferentes cantidades de PVC. A medida que aumentan las proporciones de este aditivo, se observa una clara tendencia a la disminución de la resistencia del material.

4.1.3. Incidencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado sobre la resistencia a la flexión

✚ Tras los 7 días

Tabla 42

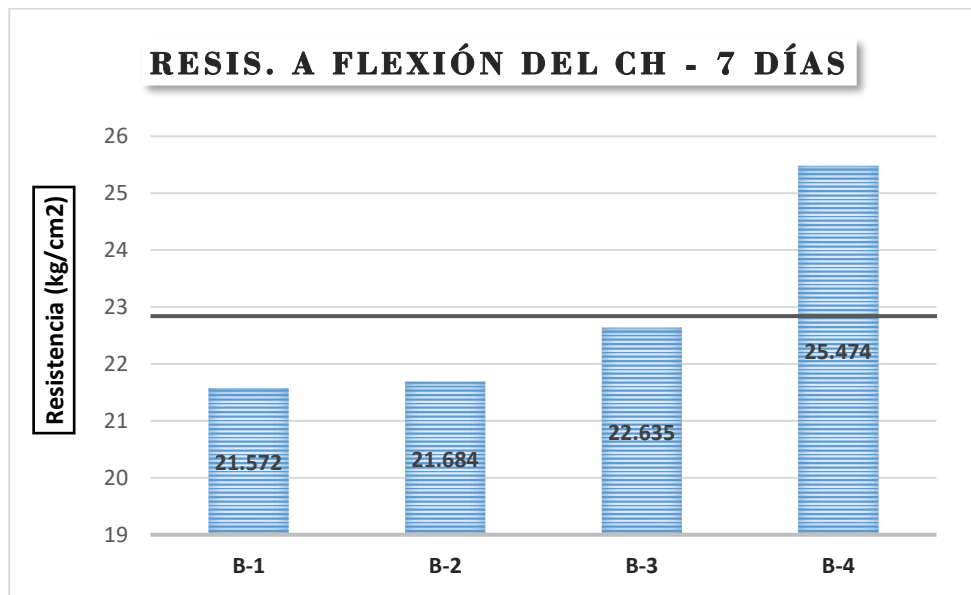
Resistencia a la flexión de CH

Resistencia a la flexión del CPH – tras 7 días			
Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	1451.23	21.572	22.84 kg/cm ²
V - 2	1463.65	21.684	
V - 3	1527.83	22.635	
V - 4	1719.48	25.474	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de concreto hidráulico, detallando los valores alcanzados en la resistencia a flexión luego de 7 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 22.84 kg/cm².

Figura 39

Esfuerzos de flexión del CH



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH. La resistencia a flexión máxima observada fue de 25.47 kg/cm².

Tras los 14 días

Tabla 43

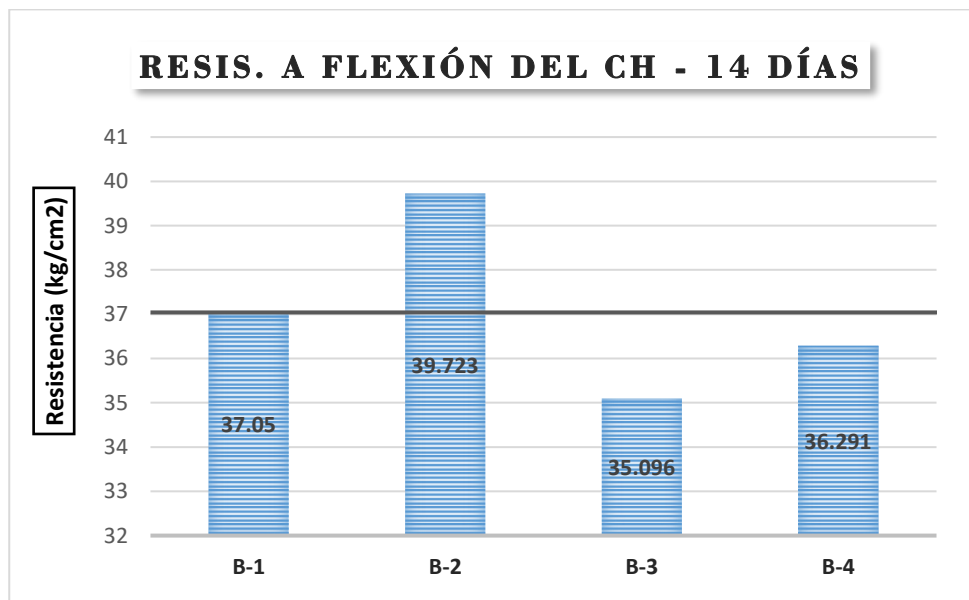
Resistencia a la flexión de CH

Resistencia a la flexión del CPH – tras 14 días			
Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2492.54	37.050	37.04 kg/cm ²
V - 2	2681.27	39.723	
V - 3	2368.99	35.096	
V - 4	2449.66	36.291	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de concreto hidráulico, detallando los valores alcanzados en la resistencia a flexión luego de 14 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 37.04 kg/cm².

Figura 40

Esfuerzos de flexión del CH



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH. La resistencia a flexión máxima observada fue de 39.72 kg/cm².

Tras los 28 días

Tabla 44

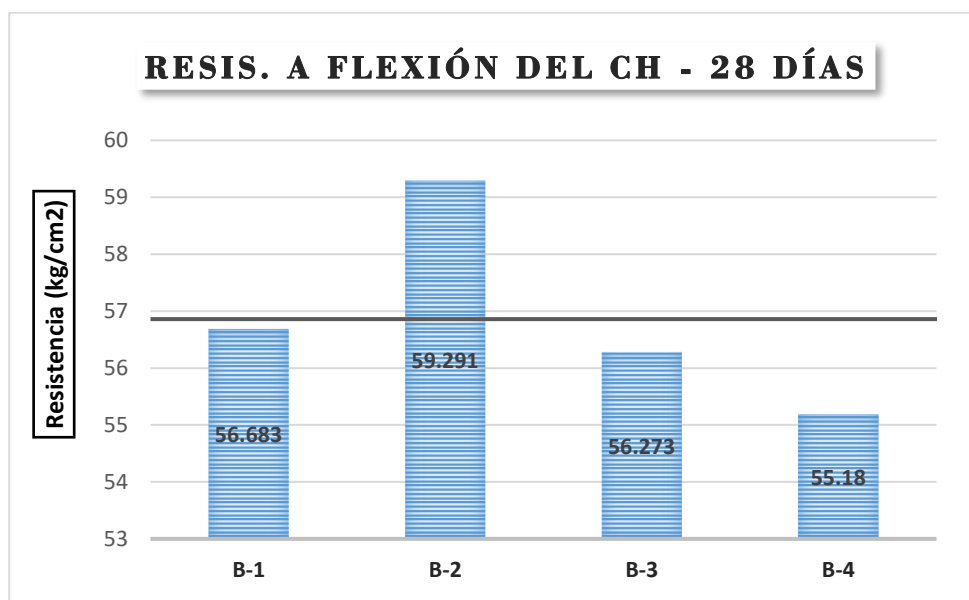
Resistencia a la flexión de CH

Resistencia a la flexión del CPH – tras 28 días			
Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	3813.38	56.683	56.86 kg/cm ²
V - 2	4002.17	59.291	
V - 3	3798.44	56.273	
V - 4	3724.65	55.180	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de concreto hidráulico, detallando los valores alcanzados en la resistencia a flexión luego de 28 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 56.86 kg/cm².

Figura 41

Esfuerzos de flexión del CH



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH. La resistencia a flexión máxima observada fue de 59.29 kg/cm².

CH + 3.5% CR, tras 7 días

Tabla 45

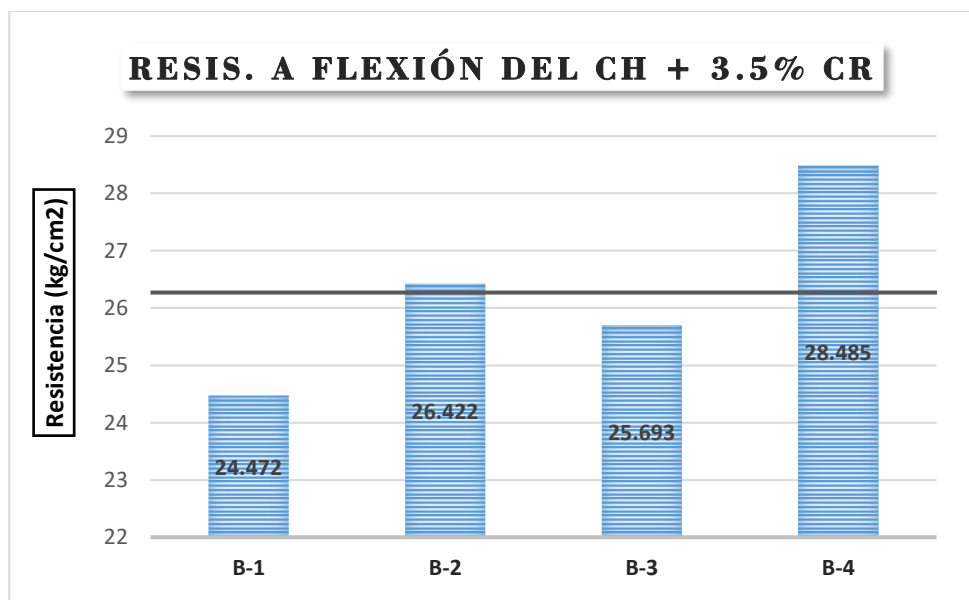
Resistencia a la flexión del CH + 3.5% CR

Resistencia a la flexión del CH + 3.5% CR – 7 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	1646.38	24.472	26.27 kg/cm ²
V - 2	1783.51	26.422	
V - 3	1734.26	25.693	
V - 4	1922.74	28.485	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 3.5% de CR, precisando las resistencias a la flexión tras 7 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 26.27 kg/cm².

Figura 42

Esfuerzo de flexión del CH + 3.5% CR



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 3.5% de CR. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 28.48 kg/cm², lo que indica una pérdida de la resistencia.

CH + 3.5% CR, tras 14 días

Tabla 46

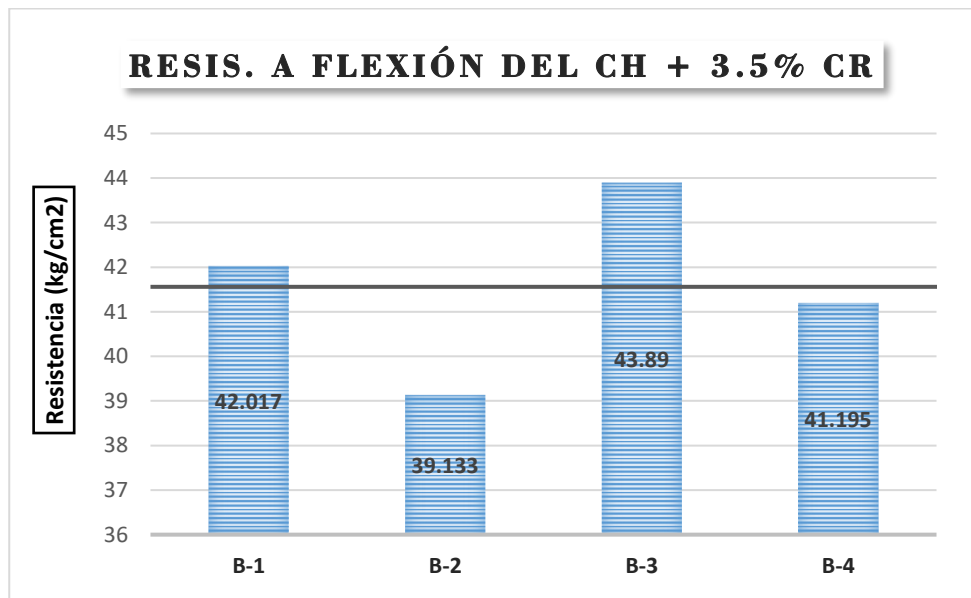
Resistencia a la flexión del CH + 3.5% CR

Resistencia a la flexión del CH + 3.5% CR – 14 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2826.71	42.017	41.56 kg/cm ²
V - 2	2641.46	39.133	
V - 3	2962.55	43.890	
V - 4	2780.69	41.195	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 3.5% de CR, precisando las resistencias a la flexión tras 14 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 41.56 kg/cm².

Figura 43

Esfuerzos de flexión del CH + 3.5% CR



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 3.5% de CR. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 43.89 kg/cm², lo que indica una pérdida de la resistencia.

CH + 3.5% CR, tras 28 días

Tabla 47

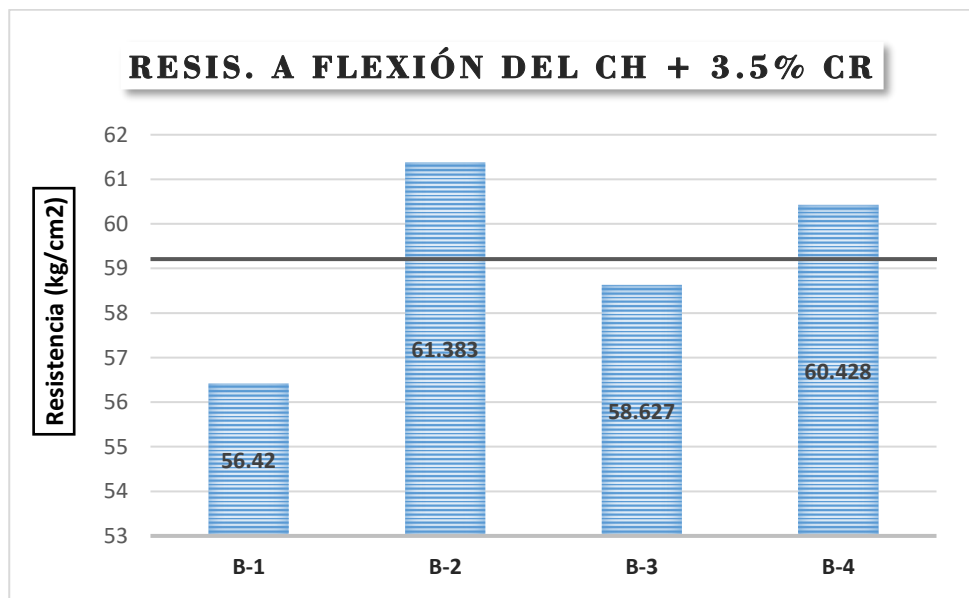
Resistencia a la flexión del CH + 3.5% CR

Resistencia a la flexión del CH + 3.5% CR – 28 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	3795.67	56.420	59.21 kg/cm ²
V - 2	4143.35	61.383	
V - 3	3957.29	58.627	
V - 4	4078.92	60.428	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 3.5% de CR, precisando las resistencias a la flexión tras 28 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 59.21 kg/cm².

Figura 44

Esfuerzos de flexión del CH + 3.5% CR



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 3.5% de CR. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 61.38 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

✚ CH + 6.5% CR, tras 7 días

Tabla 48

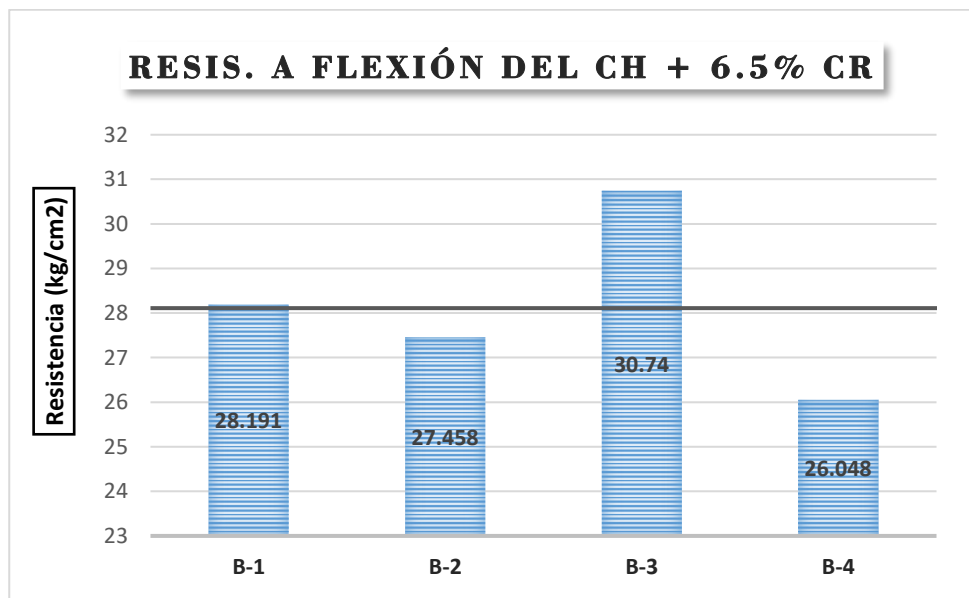
Resistencia a la flexión del CH + 6.5% CR

Resistencia a la flexión del CH + 6.5% CR – 7 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	1896.57	28.191	28.11 kg/cm ²
V - 2	1853.43	27.458	
V - 3	2074.93	30.740	
V - 4	1758.27	26.048	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 6.5% de CR, precisando las resistencias a la flexión tras 7 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 28.11 kg/cm².

Figura 45

Esfuerzos de flexión del CH + 6.5% CR



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 6.5% de CR. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 30.74 kg/cm², lo que indica una pérdida de la resistencia.

CH + 6.5% CR, a 14 días

Tabla 49

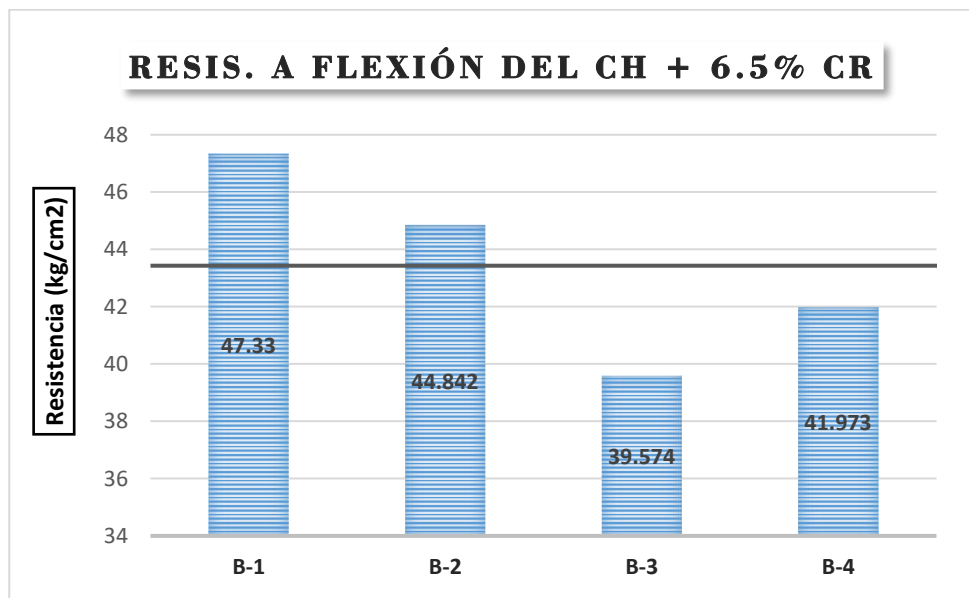
Resistencia a la flexión del CH + 6.5% CR

Resistencia a la flexión del CH + 6.5% CR – 14 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	3184.12	47.330	43.43 kg/cm ²
V - 2	3026.85	44.842	
V - 3	2671.24	39.574	
V - 4	2833.18	41.973	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 6.5% de CR, precisando las resistencias a la flexión tras 14 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 43.43 kg/cm².

Figura 46

Esfuerzos de flexión del CH + 6.5% CR



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 6.5% de CR. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 47.43 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

CH + 6.5% CR, tras 28 días

Tabla 50

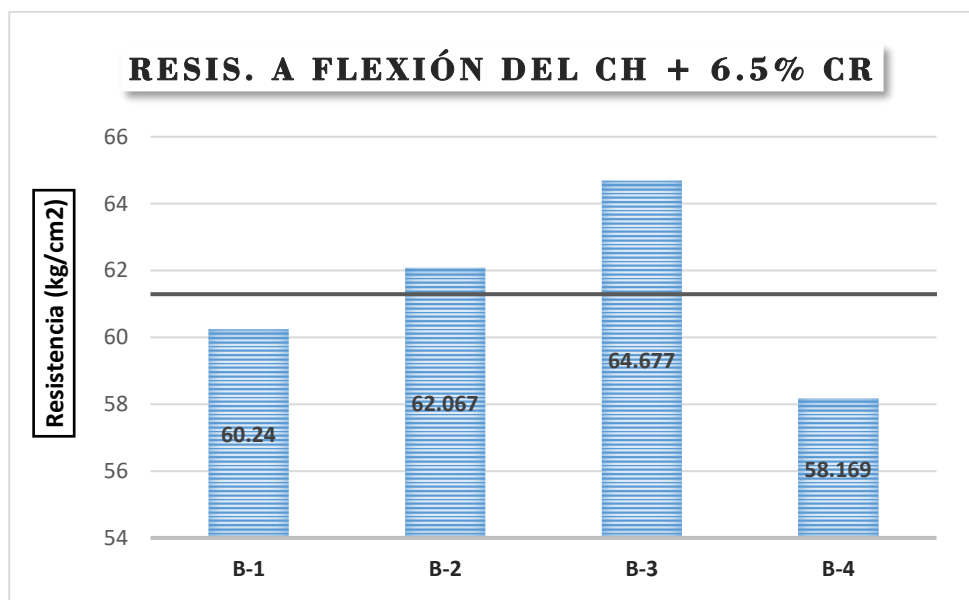
Resistencia a la flexión del CH + 6.5% CR

Resistencia a la flexión del CH + 6.5% CR – 28 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	4052.62	60.240	61.29 kg/cm ²
V - 2	4189.54	62.067	
V - 3	4365.73	64.677	
V - 4	3926.41	58.169	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 6.5% de CR, precisando las resistencias a la flexión tras 28 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 61.29 kg/cm².

Figura 47

Esfuerzos de flexión del CH + 6.5% CR



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 6.5% de CR. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 64.68 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

🚩 CH + 9.5% CR, tras 7 días

Tabla 51

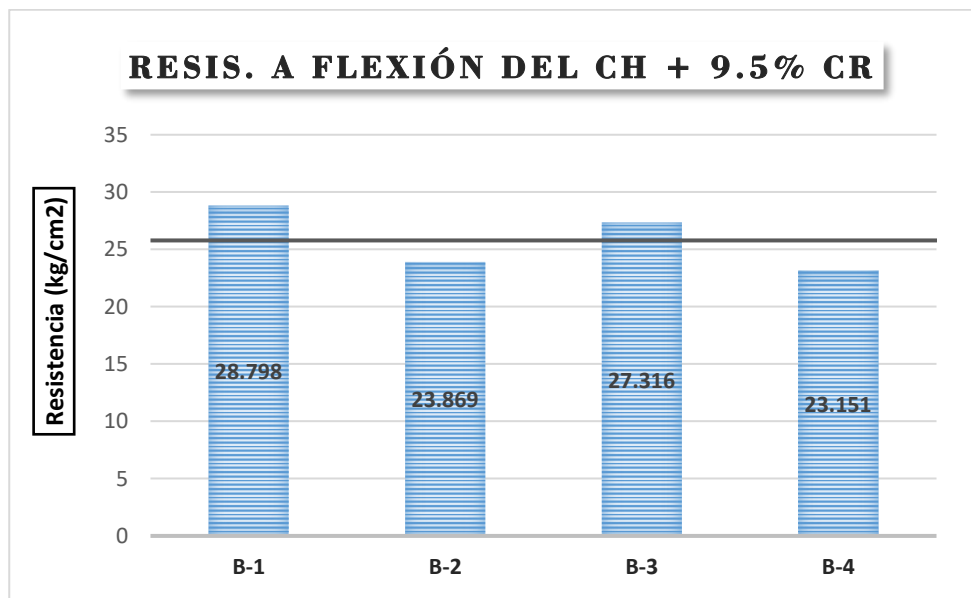
Resistencia a la flexión del CH + 9.5% CR

Resistencia a la flexión del CH + 9.5% CR – 7 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	1937.38	28.798	25.78 kg/cm ²
V - 2	1611.14	23.869	
V - 3	1843.86	27.316	
V - 4	1562.67	23.151	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 9.5% de CR, precisando las resistencias a la flexión tras 7 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 25.78 kg/cm².

Figura 48

Esfuerzos de flexión del CH + 9.5% CR



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 9.5% de CR. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 28.80 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

CH + 9.5% CR, tras 14 días

Tabla 52

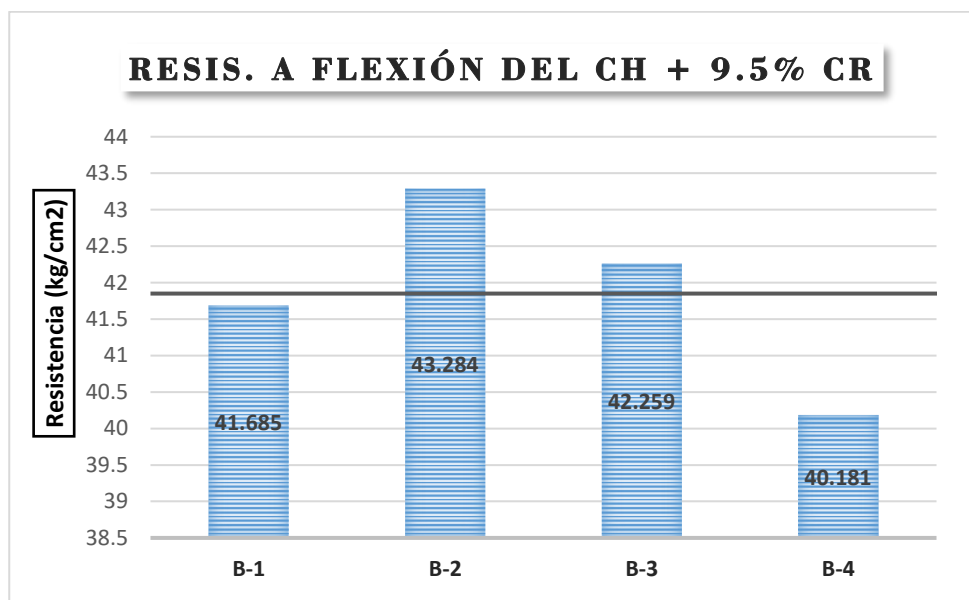
Resistencia a la flexión del CH + 9.5% CR

Resistencia a la flexión del CH + 9.5% CR – 14 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2804.36	41.685	41.85 kg/cm ²
V - 2	2921.69	43.284	
V - 3	2852.47	42.259	
V - 4	2712.25	40.181	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 9.5% de CR, precisando las resistencias a la flexión tras 14 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 41.85 kg/cm².

Figura 49

Esfuerzos de flexión del CH + 9.5% CR



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del PH tratado con 9.5% de CR. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 43.28 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

🚩 CH + 9.5% CR, tras 28 días

Tabla 53

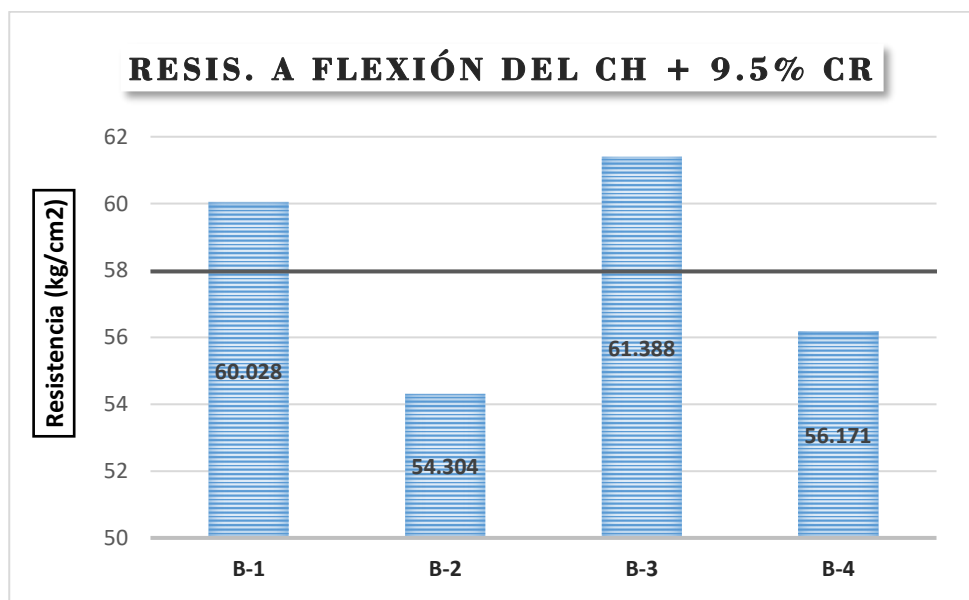
Resistencia a la flexión del CH + 9.5% CR

Resistencia a la flexión del CH + 9.5% CR – 28 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	4038.36	60.028	57.97 kg/cm ²
V - 2	3665.51	54.304	
V - 3	4143.72	61.388	
V - 4	3791.57	56.171	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 9.5% de CR, precisando las resistencias a la flexión tras 28 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 57.97 kg/cm².

Figura 50

Esfuerzos de flexión del CH + 9.5% CR



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 9.5% de CR. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 61.39 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

CH + 6% PVC, tras 7 días

Tabla 54

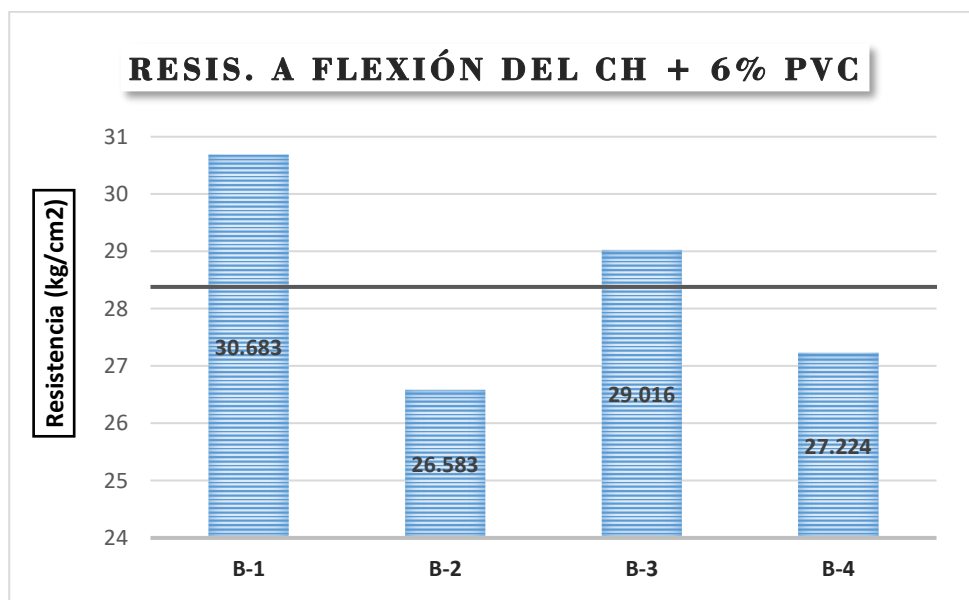
Resistencia a la flexión del CH + 6% PVC

Resistencia a la flexión del CH + 6% PVC – 7 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2064.18	30.683	28.38 kg/cm ²
V - 2	1794.35	26.583	
V - 3	1958.59	29.016	
V - 4	1837.63	27.224	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 6% de PVC, precisando las resistencias a la flexión tras 7 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 28.38 kg/cm².

Figura 51

Esfuerzos de flexión del CH + 6% PVC



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 6% de PVC. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 30.68 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

CH + 6% PVC, tras 14 días

Tabla 55

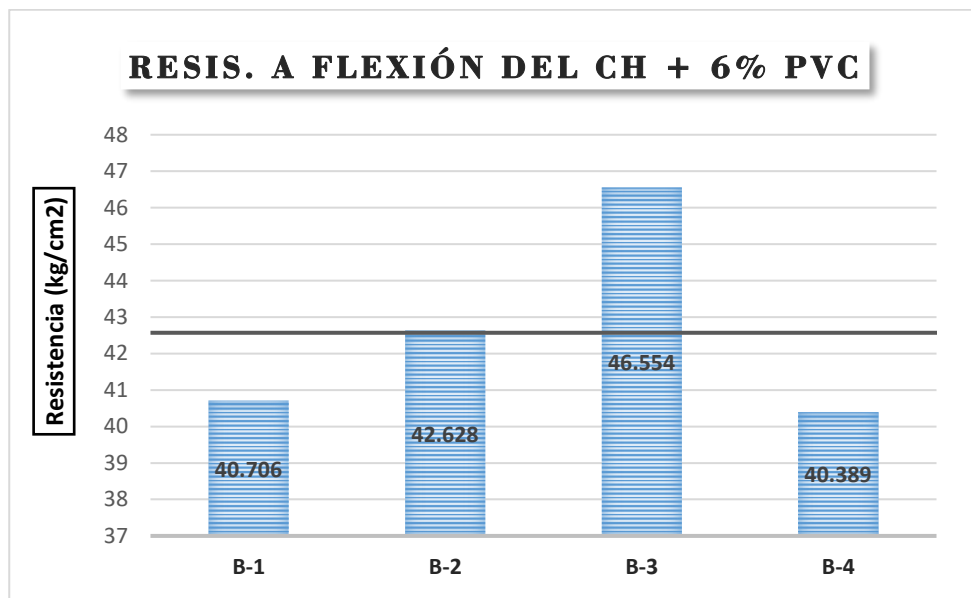
Resistencia a la flexión del CH + 6% PVC

Resistencia a la flexión del CH + 6% PVC – 14 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2738.51	40.706	42.57 kg/cm ²
V - 2	2877.38	42.628	
V - 3	3142.42	46.554	
V - 4	2726.25	40.389	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 6% de PVC, precisando las resistencias a la flexión tras 14 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 42.57 kg/cm².

Figura 52

Esfuerzos de flexión del CH + 6% PVC



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 6% de PVC. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 46.55 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

CH + 6% PVC, tras 28 días

Tabla 56

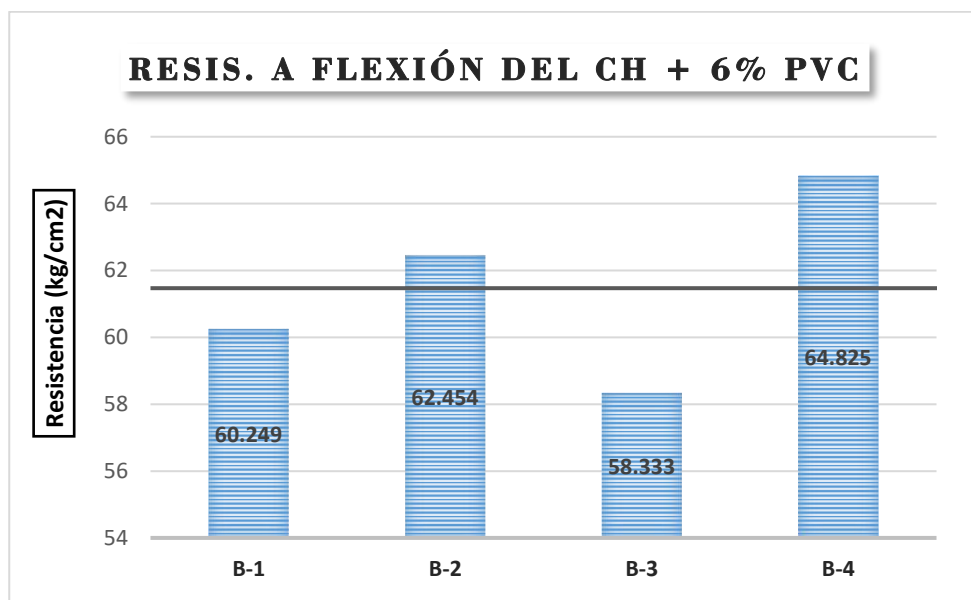
Resistencia a la flexión del CH + 6% PVC

Resistencia a la flexión del CH + 6% PVC – 28 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	4053.27	60.249	61.47 kg/cm ²
V - 2	4215.66	62.454	
V - 3	3937.48	58.333	
V - 4	4375.71	64.825	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 6% de PVC, precisando las resistencias a la flexión tras 28 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 61.47 kg/cm².

Figura 53

Esfuerzos de flexión del CH + 6% PVC



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 6% de PVC. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 64.82 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

CH + 11% PVC, tras 7 días

Tabla 57

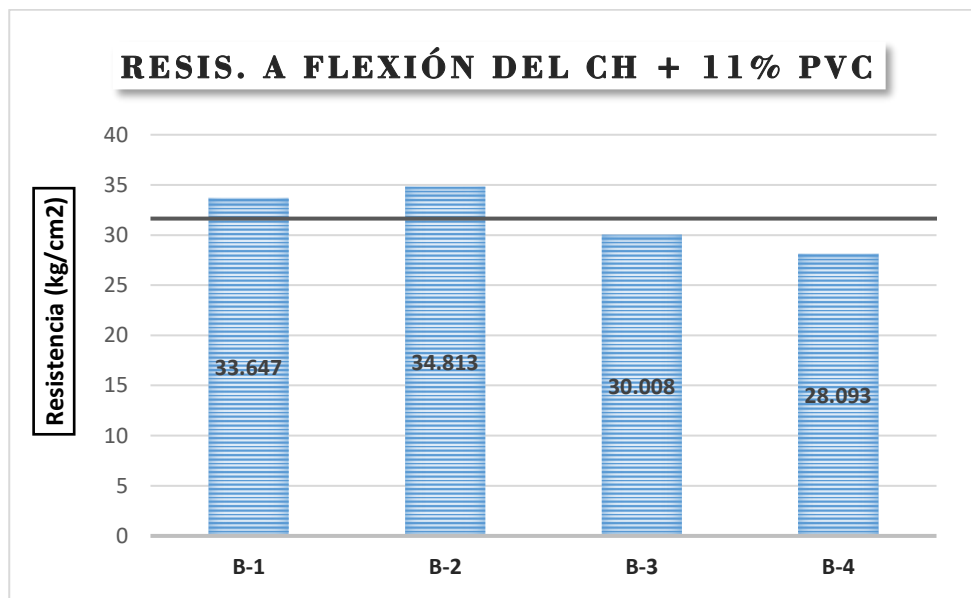
Resistencia a la flexión del CH + 11% PVC

Resistencia a la flexión del CH + 11% PVC – 7 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2263.63	33.647	31.64 kg/cm ²
V - 2	2349.88	34.813	
V - 3	2025.52	30.008	
V - 4	1896.27	28.093	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 11% de PVC, precisando las resistencias a la flexión tras 7 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 31.64 kg/cm².

Figura 54

Esfuerzos de flexión del CH + 11% PVC



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 11% de PVC. la resistencia a la flexión máxima observada fue de 34.81 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

CH + 11% PVC, tras 14 días

Tabla 58

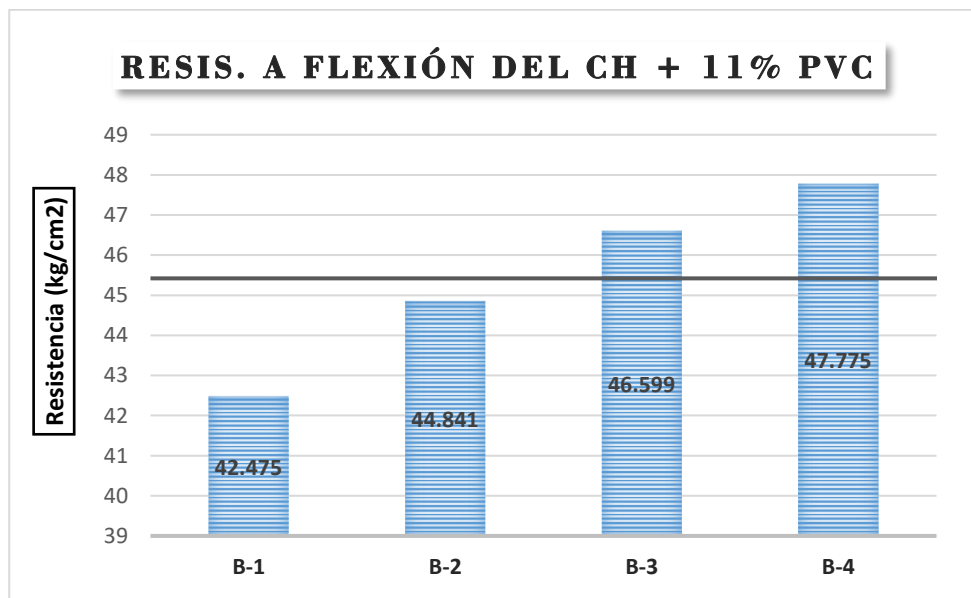
Resistencia a la flexión del CH + 11% PVC

Resistencia a la flexión del CH + 11% PVC – 14 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2857.51	42.475	45.42 kg/cm ²
V - 2	3026.74	44.841	
V - 3	3145.44	46.599	
V - 4	3224.82	47.775	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 11% de PVC, precisando las resistencias a la flexión tras 14 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 45.42 kg/cm².

Figura 55

Esfuerzos de flexión del CH + 11% PVC



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 11% de PVC. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 47.77 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

CH + 11% PVC, tras 28 días

Tabla 59

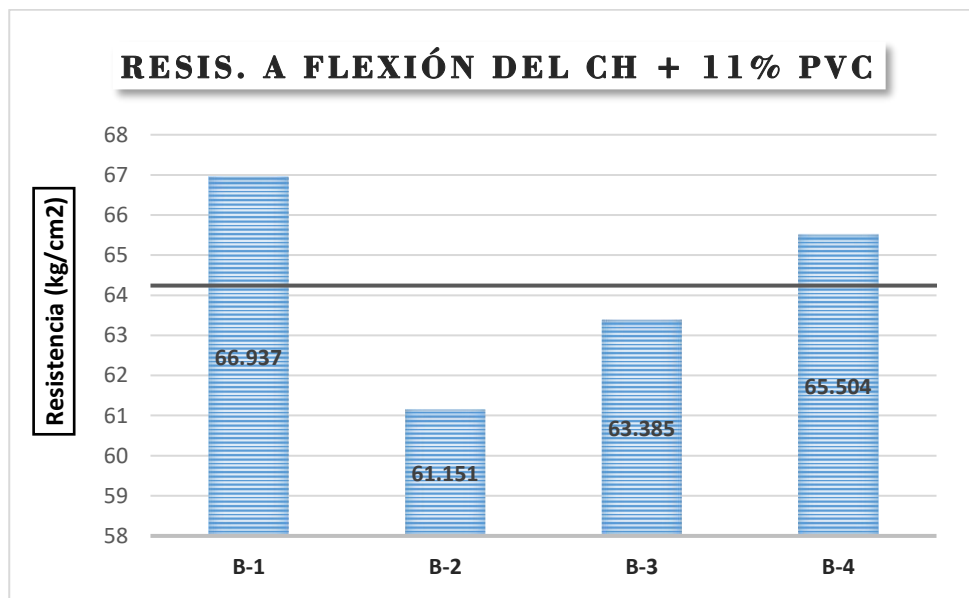
Resistencia a la flexión del CH + 11% PVC

Resistencia a la flexión del CH + 11% PVC – 28 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	4503.19	66.937	64.24 kg/cm ²
V - 2	4127.71	61.151	
V - 3	4278.46	63.385	
V - 4	4421.53	65.504	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 11% de PVC, precisando las resistencias a la flexión tras 28 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 64.24 kg/cm².

Figura 56

Esfuerzos de flexión del CH + 11% PVC



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 11% de PVC. La resistencia a flexión máxima observada fue de 66.94 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

CH + 16% PVC, tras 7 días

Tabla 60

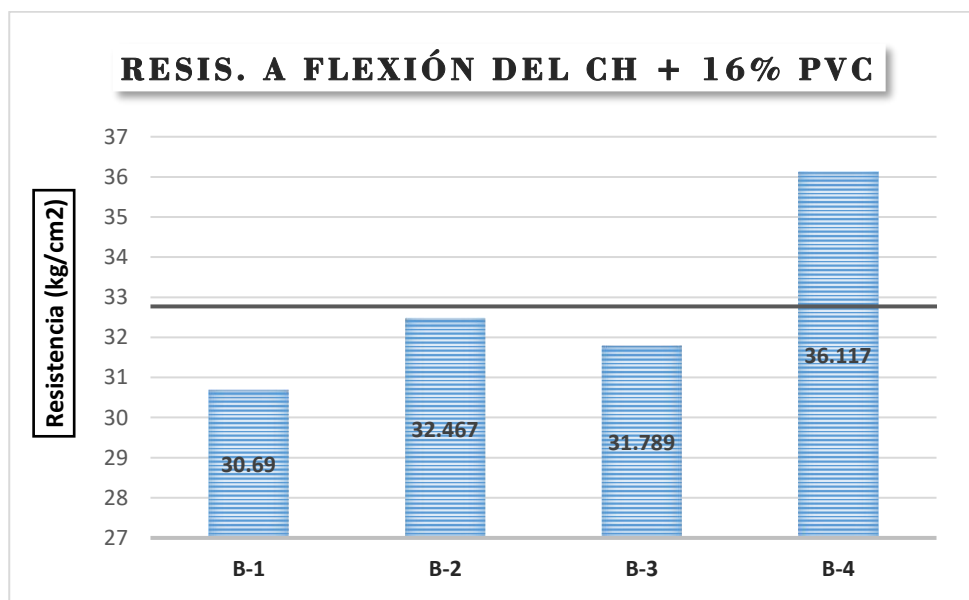
Resistencia a la flexión del CH + 16% PVC

Resistencia a la flexión del CH + 16% PVC – 7 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	2064.67	30.690	32.77 kg/cm ²
V - 2	2191.53	32.467	
V - 3	2145.74	31.789	
V - 4	2437.88	36.117	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 16% de PVC, precisando las resistencias a la flexión tras 7 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 32.77 kg/cm².

Figura 57

Esfuerzos de flexión del CH + 16% PVC



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 16% de PVC. La resistencia a flexión máxima observada fue de 36.11 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

CH + 16% PVC, tras 14 días

Tabla 61

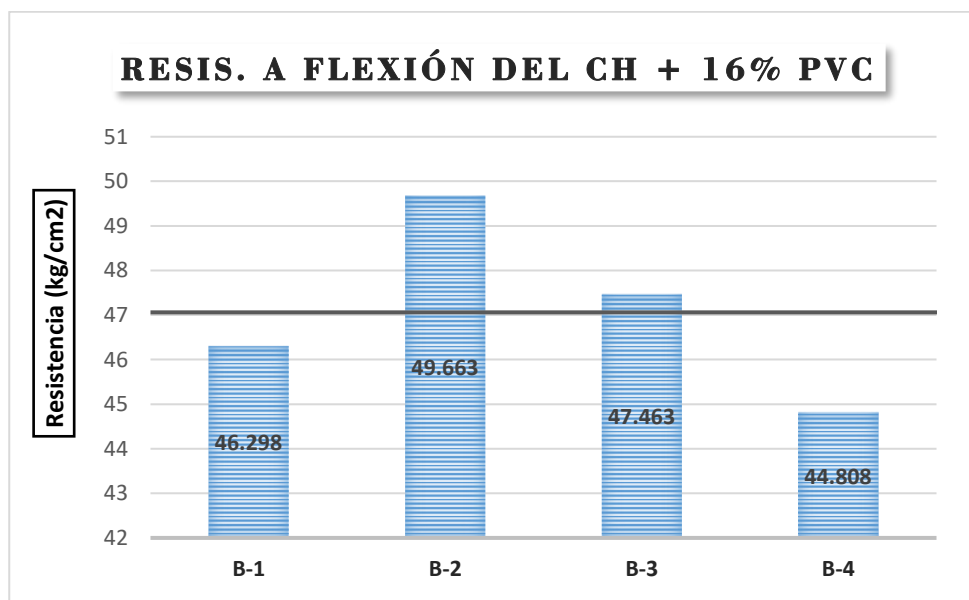
Resistencia a la flexión del CH + 16% PVC

Resistencia a la flexión del CH + 16% PVC – 14 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	3114.68	46.298	47.06 kg/cm ²
V - 2	3352.27	49.663	
V - 3	3203.73	47.463	
V - 4	3024.55	44.808	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 16% de PVC, precisando las resistencias a la flexión tras 14 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 47.06 kg/cm².

Figura 58

Esfuerzos de flexión del PH + 16% PVC



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 16% de PVC. La resistencia a flexión máxima observada fue de 49.66 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

CH + 16% PVC, tras 28 días

Tabla 62

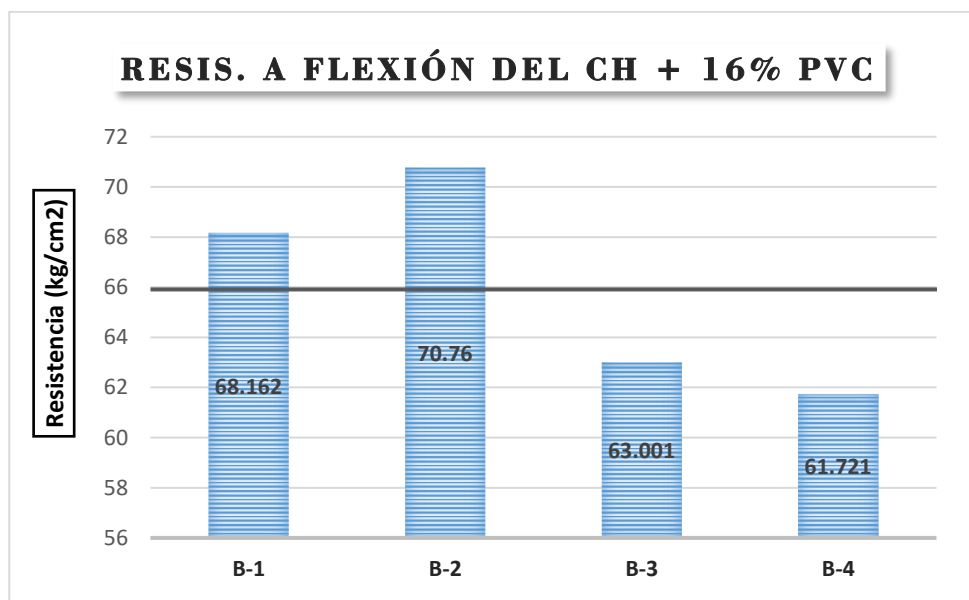
Resistencia a la flexión del CH + 16% PVC

Resistencia a la flexión del CH + 16% PVC – 28 días			
Muestra	Lectura del dial (kg)	Resistencia a flexión (kg/cm²)	Promedio de la resistencia a flexión
V - 1	4585.63	68.162	65.91 kg/cm ²
V - 2	4776.28	70.760	
V - 3	4252.55	63.001	
V - 4	4166.19	61.721	

La tabla presenta los esfuerzos de rotura realizados en 4 vigas de CH con la adición de 16% de PVC, precisando las resistencias a la flexión tras 28 días de curado. Tras este proceso, la resistencia media fue de 65.91 kg/cm².

Figura 59

Esfuerzos de flexión del CH + 16% PVC



La ilustración muestra la variación de la resistencia a la flexión del CH tratado con 16% de PVC. La resistencia a la flexión máxima observada fue de 70.76 kg/cm², lo que indica una conservación de la resistencia.

4.1.3.1. Comparación de resistencias a la flexión de CH, +%CR y +%PVC

a) Resistencias a flexión del concreto + CR tras los 7,14,28 días

Tabla 63

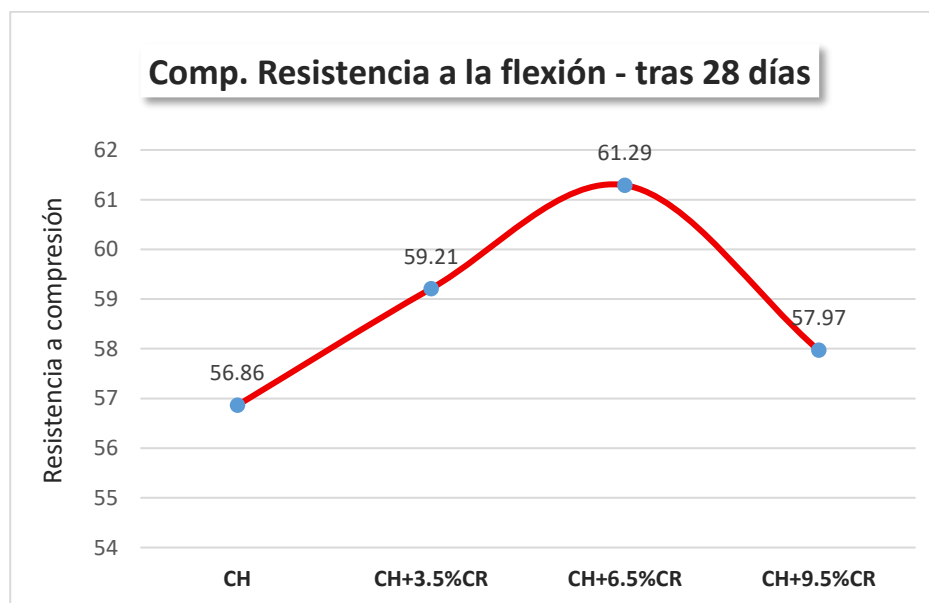
Resistencias a flexión del CH + % CR luego de 7, 14 y 28 días de curado

Comparativo de la resistencia a flexión (kg/cm ²)			
Muestra	A los 7 días	A los 14 días	A los 28 días
CH	22.84	37.04	56.86
CH + 3.5% CR	26.27	41.56	59.21
CH + 6.5% CR	28.11	43.43	61.29
CH + 9.5% CR	25.78	41.85	57.97

Los ensayos de resistencia a la flexión del concreto efectuados tras 7, 14 y 28 días de curado ponen en evidencia que el aumento en la proporción de adición de CR contribuye a una mejora progresiva de la capacidad resistente del material.

Figura 60

Esfuerzo de flexión del CH + % CR luego de los 28 días



El análisis de los ensayos de flexión revela que el aumento en las proporciones de CR incorporado en la mezcla genera un efecto positivo, manifestado en un incremento sostenido de la resistencia del concreto.

b) Resistencias a flexión del concreto + PVC a los 7,14,28 días

Tabla 64

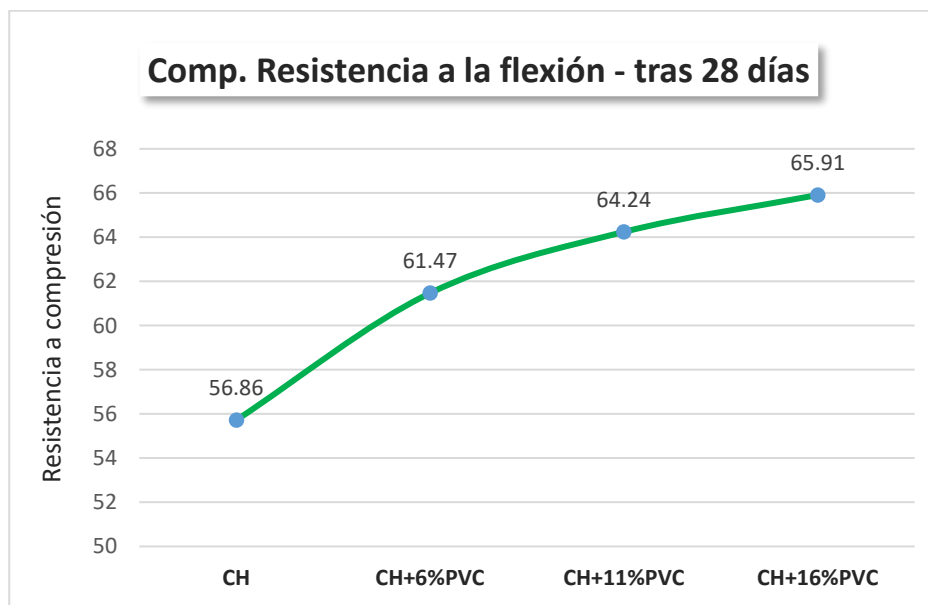
Resistencias a flexión del CH + % PVC luego de 7, 14 y 28 días de curado

Comparativo de la resistencia a flexión (kg/cm ²)			
Muestra	A los 7 días	A los 14 días	A los 28 días
CH	22.84	37.04	56.86
CH + 6% PVC	28.38	42.57	61.47
CH + 11% PVC	31.64	45.42	64.24
CH + 16% PVC	32.77	47.06	65.91

La evaluación de la resistencia a la flexión del concreto, realizada a los 7, 14 y 28 días de curado, demuestra un aumento considerable de este parámetro asociado al incremento en la proporción de PVC incorporado.

Figura 61

Esfuerzo de flexión del CH + % PVC luego de los 28 días



Los resultados de los ensayos de flexión evidencian que la incorporación progresiva de PVC en la mezcla de concreto genera un incremento significativo en la resistencia, manifestando un comportamiento ascendente conforme se aumentan las proporciones del aditivo.



4.2. Discusión de Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, acompañados de un análisis detallado de su comportamiento. Asimismo, se realiza una contrastación con estudios científicos previos desarrollados por otros autores, con el propósito de validar los hallazgos alcanzados, identificar coincidencias o discrepancias, y aportar un sustento académico que enriquezca la discusión de los resultados.

En la discusión de los resultados puede señalarse, en primer lugar, que los valores de asentamiento obtenidos en esta investigación guardan concordancia con lo reportado por (Vélez & Alonso, 2022), quienes al emplear caucho reciclado en la elaboración de mezclas de concreto evidenciaron también una reducción progresiva de la trabajabilidad conforme se incrementaba la proporción de este material. Dicho comportamiento respalda los hallazgos de este estudio, ya que confirma que la adición de caucho genera una menor fluidez en el concreto, efecto que se explica principalmente por la baja densidad del material, su limitada absorción de agua y la escasa adherencia que presenta con la pasta de cemento. Estas condiciones físicas ocasionan que la mezcla requiera mayor energía de compactación para alcanzar una consistencia adecuada, lo cual representa un aspecto crítico a considerar en su aplicación práctica, especialmente en obras que demandan elevada trabajabilidad.

En cuanto a la resistencia a la compresión, los resultados obtenidos en el presente estudio muestran un comportamiento coherente con lo reportado en investigaciones previas. La incorporación de caucho reciclado produjo únicamente ligeras variaciones en esta propiedad mecánica, manteniendo valores similares al concreto patrón después de 28 días de curado, con una resistencia promedio de 274.14 kg/cm². Este hallazgo guarda similitud con lo descrito por Espinoza et al. (2022), quienes reportaron una resistencia promedio de 255.70 kg/cm² bajo condiciones experimentales semejantes, confirmando que el caucho, debido a su naturaleza elástica y baja capacidad de adherencia, no contribuye de manera significativa al incremento de la resistencia del concreto. Por el

contrario, al analizar el efecto de la incorporación de PVC reciclado, se evidenciaron incrementos más notables en la resistencia a la compresión, alcanzando un valor de 289.45 kg/cm², resultado que coincide con lo señalado por (Cabrera, 2025), quien obtuvo una resistencia promedio de 292.13 kg/cm². Esta mejora se explica por las características geométricas y la mayor rigidez de las partículas de PVC, las cuales favorecen una mejor interacción con la matriz cementicia, permitiendo una transmisión más eficiente de esfuerzos y, en consecuencia, un desempeño mecánico superior respecto al caucho reciclado.

Tabla 65*Comparativo de estudios con tesistas*

Autor (es) / tesis	Porcentajes utilizados	Resultados obtenidos
Acevedo et al. (2022)	Caucho reciclado 0%, 5%, 10%, 15%	A los 28 días: con 5% se obtiene 214.3 kg/cm ² con la adición de CR; con 10% 225.1 kg/cm ² ; con 15% 228.8 kg/cm ² del patrón.
Vélez y Alonso (2022)	Polvo de neumáticos reciclados 4%, 7%, 10%	Con 4% caucho se obtuvo una mejora pequeña (285.3 kg/cm ²) respecto al concreto patrón, con 7% (288.1kg/cm ²); con 10% ya se observa disminución de resistencia (285.2 kg/cm ²).
Espinoza et al. (2022)	Policloruro de vinilo 5%, 7.5%, 10%	A los 28 días: 5% de reemplazo 260.49 kg/cm ² ; 7.5% 271.07 kg/cm ² ; 10% 274.93 kg/cm ² ; la resistencia incrementa a medida que aumenta % caucho.
Lopez (2023)	Residuos de PVC 5%, 10%, 20%, 30%	A los 28 días la mayor resistencia se da con 10% de sustitución del agregado grueso por fibras de caucho reciclado: 215.30 kg/cm ² vs patrón 212.40 kg/cm ² ; con 10% incrementa, 20% incrementa levemente, 30% se reduce.
Cabrera (2025)	PVC triturado 20%, 30%, 40%	A los 28 días: con 20% se obtiene 224 kg/cm ² con la adición de PVC; con 30% 214 kg/cm ² ; con 40% 167 kg/cm ² del patrón.

Finalmente, en lo que respecta a la resistencia a la flexión, los resultados de este estudio evidencian que tanto la adición de caucho reciclado como la de PVC generan un efecto favorable sobre el comportamiento del concreto, al incrementar su capacidad para



resistir esfuerzos de flexión. Este hallazgo coincide con lo reportado por Acevedo et al. (2022), quienes señalan que la incorporación de materiales reciclados con propiedades elásticas y geométricas particulares contribuye a la absorción y redistribución de tensiones, mejorando la tenacidad del material. Sin embargo, al realizar la comparación entre ambos aditivos, se observa que el PVC ofrece un mayor aporte que el caucho, lo cual concuerda con lo señalado por (Vélez & Alonso, 2022), quienes destacan que el PVC, al presentar mayor rigidez y una superficie más favorable para la adherencia, potencia la interacción con la matriz cementicia, traduciéndose en un incremento más significativo de la resistencia a la flexión. De esta manera, se confirma que el uso de PVC en proporciones controladas resulta más ventajoso para optimizar el desempeño estructural del concreto hidráulico frente a esfuerzos de flexión.



CONCLUSIONES

General, la aplicación de caucho reciclado y tiras de PVC reciclado en el concreto hidráulico influye tanto en su trabajabilidad como en sus propiedades mecánicas, evidenciándose una reducción progresiva del asentamiento con el aumento de ambos materiales; sin embargo, el PVC mostró un efecto menos acentuado en la pérdida de fluidez y un mayor aporte en la resistencia a la compresión y flexión en comparación con el caucho, lo que permite concluir que ambos materiales son viables para su uso en concreto, siendo el PVC el que ofrece un mejor desempeño global.

Primera, el asentamiento del concreto hidráulico mostró que la mezcla conservó su trabajabilidad al incorporar caucho reciclado, obteniéndose valores de 3.2", 2.8" y 2.4" para las dosificaciones de 3.5%, 6.5% y 9.5%, respectivamente. Se evidenció una disminución progresiva de la fluidez conforme aumentaba el contenido de caucho en la mezcla. En el caso de las tiras de PVC, al aplicarse en proporciones de 6%, 11% y 16%, los valores de asentamiento alcanzados fueron de 3.0", 2.6" y 2.5". Estos resultados indican que, aunque ambos materiales reciclados modifican la trabajabilidad, el efecto del PVC es menos acentuado que el del caucho.

Segunda, la aplicación de caucho reciclado en el concreto hidráulico produjo una ligera mejora en la resistencia a la compresión, alcanzando a los 28 días de curado un valor de 280.64 kg/cm². En contraste, la adición de tiras de policloruro de vinilo reciclado evidenció un efecto más notorio, ya que permitió incrementar de manera moderada la resistencia, obteniéndose un valor de 290.16 kg/cm². Estos resultados reflejan que, si bien ambos materiales reciclados contribuyen al desempeño mecánico del concreto, el PVC ofrece un mayor beneficio en comparación con el caucho.

Tercera, la aplicación de caucho reciclado en diferentes proporciones generó un incremento en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico, alcanzando a los 28 días



de curado un valor de 57.97 kg/cm². De manera similar, la incorporación de tiras de policloruro de vinilo reciclado también mejoró esta propiedad mecánica, logrando un valor de 65.91 kg/cm². Estos resultados permiten concluir que ambos materiales reciclados aportan beneficios a la resistencia a la flexión del concreto, aunque el PVC muestra un efecto más favorable en comparación con el caucho.



RECOMENDACIONES

Primero, a los futuros tesisistas se recomienda hacer el uso de materiales reciclados como aditivo el caucho y el PVC en la elaboración del concreto hidráulico, evaluando cuidadosamente sus proporciones, ya que ambos aportan beneficios en distintas propiedades mecánicas y de trabajabilidad, siendo el PVC reciclado el que muestra un mayor potencial de aplicación estructural por sus resultados más favorables en compresión y flexión.

Segundo, se recomienda a futuros investigadores, considerar el control riguroso de las proporciones de caucho y PVC reciclado en la mezcla de concreto, priorizando su influencia en la trabajabilidad, para garantizar que el asentamiento no afecte negativamente el proceso constructivo.

Tercero, se recomienda dar mayor énfasis al uso de tiras de PVC reciclado como adición en el concreto hidráulico, ya que ofrece mejores resultados en la resistencia a la compresión en comparación con el caucho, lo cual puede ser aprovechado en estructuras que requieran mayor capacidad estructural.

Cuarto, para aplicaciones donde la resistencia a la flexión sea un factor determinante, se recomienda optar por el empleo de PVC reciclado en proporciones adecuadas, dado que mostró un desempeño más favorable que el caucho, asegurando un concreto más eficiente en elementos estructurales sometidos a esfuerzos de flexión.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J., Arevalo, I., & Rodriguez, L. (2022). *Caracterización de morteros y concretos hidráulicos con agregado de caucho reciclado*. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/06031f38-902a-4e94-8f3b-a415f3f834f1/content>
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica*. Episteme.
file:///C:/Users/INTEL/Downloads/FidiasG.Arias.ElProyectedeInvestigacin6ta.Edicion.pdf
- Armas, C. (2019). *Efectos de la adición de fibra de policloruro de vinilo en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico*. Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana. <https://revistas.uss.edu.co/index.php/ING/article/view/436/425>
- Bazán, J. (2017). *Control de calidad en la fabricación de materiales de caucho para la industria de reencauche de neumáticos*. Callao: Universidad Nacional del Callao.
file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Baz%C3%A1n%20Mendoza%20_IF_2017.pdf
- Bendezú, M. (2023). *Factores que afectan la durabilidad del concreto*. <https://document/461878224/FACTORES-QUE-AFECTAN-LA-DURABILIDAD-DEL-CONCRETO>
- Brown, M. (2024). *Diferentes tipos de agregados, sus usos y tamaños*. <https://www.tensor.co.uk/resources/articles/types-of-aggregate>
- Cabanillas, E. (2017). *Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado*. Universidad Nacional de Cajamarca .
- Cabrera, C. (2025). *Evaluar las propiedades mecánicas del concreto estructural sustituyendo el agregado fino por PVC triturado- Chiclayo 2022*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/8557/1/TL_CabreraSanchezCleisler.pdf
- Cheje, B. (2024). *Análisis y diseño de un concreto hidráulico con la adición de caucho reciclado para su producción en el distrito de San Miguel*. Juliaca: Universidad andina Néstor Cáceres Velásquez.
file:///C:/Users/INTEL/Downloads/T036_70236039_T_.pdf



- Condori, W., & Lipe, D. (2022). *Adición del caucho reciclado en el comportamiento físico mecánico en el concreto estructural $f'c=210$ kg/cm²*. Callao: Universidad César Vallejo. file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Condori_MWC-Lipe_MD-SD.pdf
- ECVM. (2022). *How is PVC Produced*. https://pvc.org/about-pvc/pvc-production/?utm_source.com
- Enrique, J. (2021). *Agregados naturales para el concreto*. <https://es.scribd.com/document/253939417/Agregados-Naturales-Para-Concreto>
- Espinoza, J., Espinoza, H., & Rojas, H. (2022). *Evaluación de la adición de policloruro de vinilo en la producción del concreto en pavimentos rígidos Trujillo - 2022*. Trujillo: Universidad Privada de Trujillo. <http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/721/IC-TESIS-JESUS%20ESPINOZA-HENRY%20ESPINOZA-HECTOR%20ROJAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Falcon, L. (2022). *Propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico modificados con mucíelago de huaraco en zonas altoandinas, Huancayo*. Huancayo: Universidad Continental. file:///C:/Users/INTEL/Downloads/IV_FIN_105_TE_Falcon_Nestares_2022%20(2).pdf
- Gómez, S., & Prada, F. (2018). *Comportamiento de una mezcla asfáltica densa en caliente modificada con la adición de PVC molido (reciclado)*. Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/13061/documento%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Goytia, O. (2023). *Concreto hidráulico*. Cementos Torices. <https://cementostorices.com/blog/construccion/concreto-hidraulico-que-es-y-como-se-utiliza-en-pavimentacion/#:~:text=El%20concreto%20hidr%C3%A1ulico%20es%20un%20material%20utilizado%20en%20pavimento%20y,al%20circular%20por%20una%20vialidad.>
- Hernandez et al. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico. <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Lopez, D. (2023). *Evaluación del uso de residuos de PVC de tapicería en las propiedades mecánicas del concreto*. Pimentel - Perú: Universidad Señor de Sipán. file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Lopez%20Abanto%20Danner%20Joel.pdf



- Mamani, B. (2022). *Especificaciones de los componentes del concreto*. Slideshare. <https://es.slideshare.net/slideshow/especificaciones-de-los-componentes-del-concretopptx/254937223>
- Marrufo, K., & Ramos, H. (2024). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto añadiendo caucho reciclado reforzado con fibras de polipropileno*. Pimentel - Perú: Universidad Señor de Sipán. <file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Marrufo%20Mendoza%20Kenny%20&%20Ramos%20Caruajulca%20Henry.pdf>
- Paredes, M. (2018). *Análisis de viabilidad técnica y económica para la producción de policloruro de vinilo a partir de etileno*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. https://acreditacion.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2017/05/Technical-and-Economic-Feasibility-Analysis-for-Producing-Vinyl-Poly-Chloride-from-Ethylene.pdf?utm_source.com
- PolyNorte. (2023). *Compuestos del PVC*. https://polynorte.com/polynorte-empresa-fabricante-de-compuestos-de-pvc/?utm_source.com
- Quispe, J., & Huamantupa, Y. (2021). *Influencia de la incorporación de caucho reciclado en el concreto estructural y su respuesta sísmica hipotética, Juliaca 2021*. Juliaca: Universidad Peruana Unión. file:///C:/Users/INTEL/Downloads/rcamposp,+Campus+2022-02_Art%C3%ADculo_05.pdf
- Rentería, F. (2022). *Propiedades físicas y mecánicas de los agregados*. México. <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-guaymas/tecnologia-de-los-materiales/propiedades-fisicas-y-mecanicas-de-los-agregados/75838525>
- Salazar, C. (2024). *Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto $F'C=210$ Kg/cm, con la adición de material reciclado de Water Stop de PVC, al 0.5%, 1.5% y 2.5%; según la norma ACI 211*. Lima: Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/39911/Salazar%20Licares%20Carlos%20Raul.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- UMA, D. (s.f.). *Divulgación Científica de la Universidad de Málaga*. UMA Divulga: <https://www.umadivulga.uma.es/museo-virtual/mineralogia/halita-sal-gema/>
- Vélez, E., & Alonso, A. (2022). *Análisis del hormigón hidráulico aplicando polvo de neumáticos reciclado para el uso en pavimentos rígidos*. Ecuador: Ciencias Técnicas y Aplicadas. <file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Dialnet-AnalisisDelHormigonHidraulicoAplicandoPolvoDeNeuma-9401533.pdf>



Zuloeta, M. (2018). *Informe de Lima Caucho S.A.* Lima: Universidad Alas Peruanas.
<https://www.clubensayos.com/Acontecimientos-Sociales/Informe-de-Lima-Caucho-SA/4522808.html?utm.com>



ANEXOS



Anexo 01. Matriz de consistencia

Título de la tesis: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General: ¿Cuáles son las propiedades del concreto hidráulico con aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en el distrito de San Miguel 2025?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar las propiedades del concreto hidráulico con aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en el distrito de San Miguel 2025.</p>	<p>Hipótesis General: Las propiedades del concreto hidráulico mejorarán con aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en el distrito de San Miguel 2025.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>CAUCHO RECICLADO Dimensiones: <i>Aplicación de CR en 3.5%, 6.5%, 9.5%</i></p> <p>TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO Dimensiones: <i>Aplicación de PVC en 6%, 11%, 16%</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO Dimensiones: <i>Trabajabilidad</i> <i>Resistencia a la compresión</i> <i>Resistencia a la flexión</i></p>	<p>Fichas de control de calidad de laboratorio</p> <p>Equipos y herramientas de laboratorio.</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
<p>¿Cuál es el efecto de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades sobre la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿Cuál es la incidencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades sobre la resistencia a la compresión del concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades sobre la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel?</p>	<p>Explicar el efecto de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades sobre la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel.</p> <p>Determinar la incidencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades sobre la resistencia a la compresión del concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel.</p> <p>Analizar la influencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades sobre la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel.</p>	<p>El efecto de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades conservará la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel.</p> <p>La incidencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades mejorará la resistencia a la compresión del concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel.</p> <p>La influencia de la aplicación de caucho reciclado y tiras de policloruro de vinilo reciclado en distintas cantidades incrementará la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=280$ kg/cm² en el distrito de San Miguel.</p>		

Anexo 02. Panel Fotográfico



Fotografía 1. Manipulación de tuberías de PVC.



Fotografía 2. Corte de tiras de tuberías de PVC.



Fotografía 3. Reciclado de neumáticos.



Fotografía 4. Manipulación de caucho proveniente de neumáticos reciclados.



Fotografía 5. Corte de caucho reciclado.





PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE : Bach. LISVEDZ QUISPÉ CHOQUE

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO
ISLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 27/06/2025

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 487.29
N° 4	18.82	3.76	3.76	96.24	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
					Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1412.48
N° 8	55.39	11.08	14.84	85.16	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1748.76
					PESO ESPECÍFICO	
N° 16	98.48	19.70	34.54	65.46	Wc+B =	1912
N° 30	119.47	23.89	58.43	41.57	Wc+B-W =	164
N° 50	91.13	18.23	76.66	23.34	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	3.05 gr/cm ³
N° 100	73.86	14.77	91.43	8.57	ABSORCIÓN	
N° 200	37.14	7.43	98.86	1.14	B =	500.00
FONDO	5.71	1.14	100.00	0.00	B-A =	12.71
SUMA	500.00	100.00			Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	2.61 %
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MÓDULO DE FINEZA					2.80	

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 780.63
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1412.48
					W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1932.54
3/4"	251.67	7.19	7.19	92.81	PESO ESPECÍFICO	
1/2"	945.19	27.01	34.20	65.80	Wc+B =	2212
3/8"	1165.26	33.29	67.49	32.51	Wc+B-W =	280
N° 4	919.18	26.26	93.75	6.25	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	2.86 gr/cm ³
					ABSORCIÓN	
N° 8	213.31	6.09	73.58	26.42	B =	800.00
FONDO	5.39	0.15	73.74	26.26	B-A =	19.37
SUMA	3500.00	100.00			Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	2.48 %
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

CANTERA: ISLA - AGREGADO GRUESO

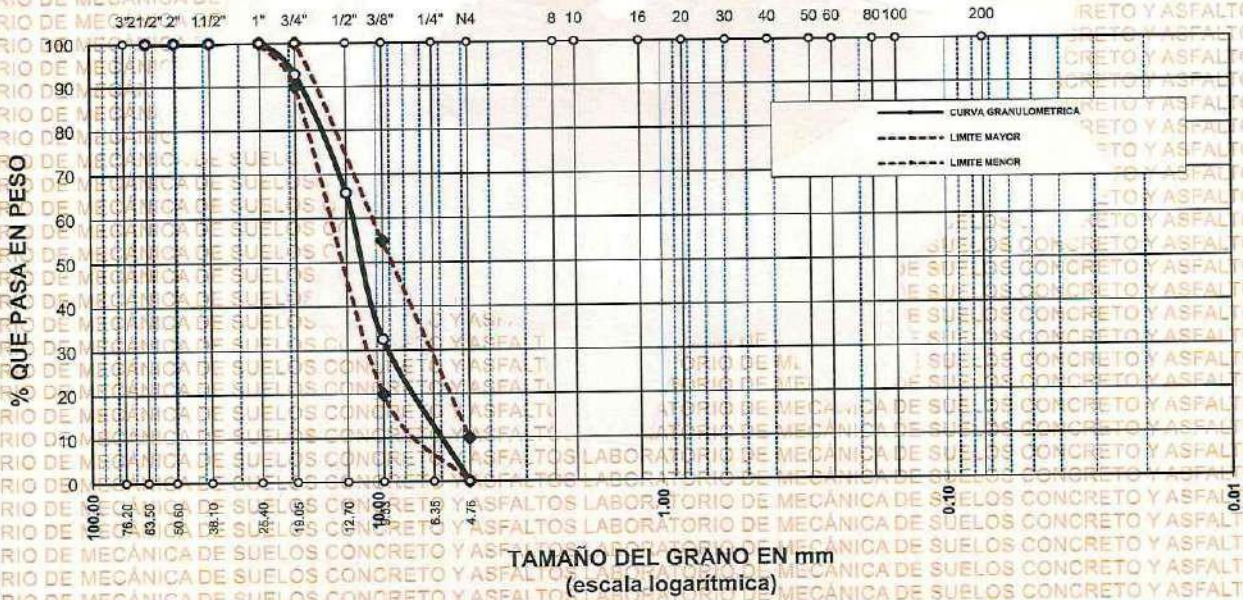
: ISLA - AGREGADO FINO

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

FECHA: 27/06/2025

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

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO-RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE : Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

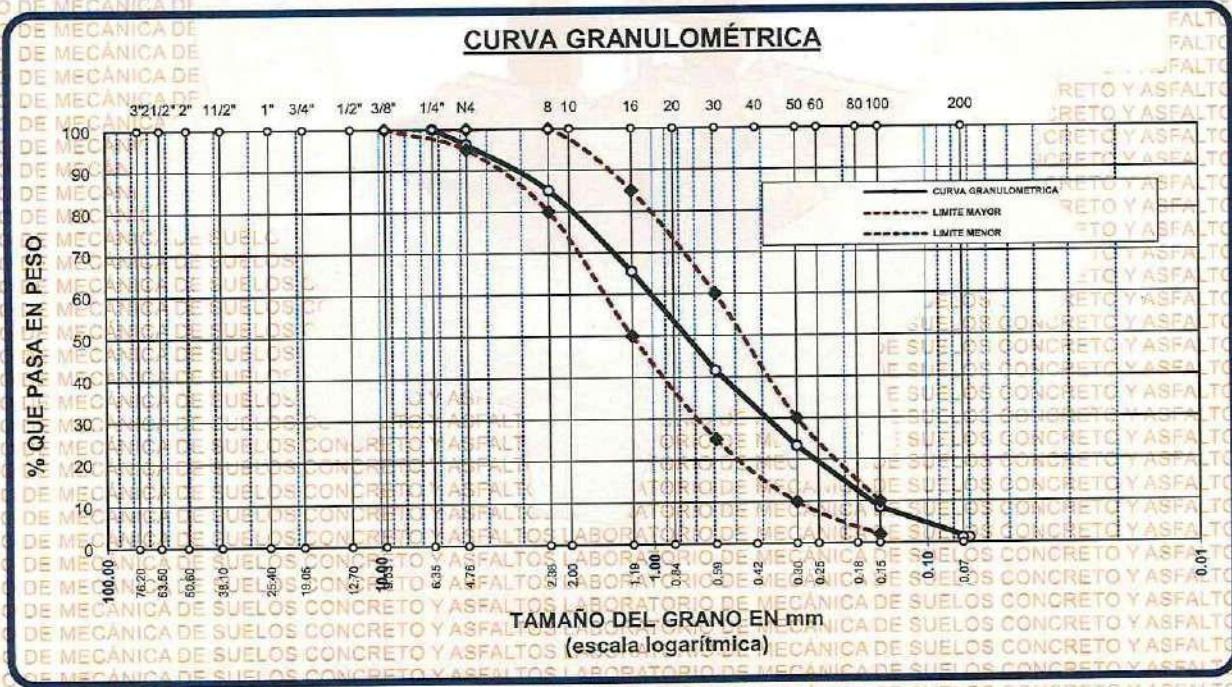
CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 27/06/2025

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%RET.	% QUE	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PASA	NIC	
100%	3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00		Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 2.80 OBSERVACIONES: -
	1/4"	6.350	0.00	0.00	100.00		
	No4	4.760	18.82	3.76	96.24	95 - 100 %	
	No8	2.380	55.39	11.08	85.16	80 - 100 %	
	No10	2.000					
	No16	1.190	98.48	19.70	65.46	50 - 85 %	
	No20	0.840					
	No30	0.590	119.47	23.89	41.57	25 - 60 %	
	No40	0.420					
	No50	0.300	91.13	18.23	23.34	10 - 30 %	
	No60	0.250					
	No80	0.180					
	No100	0.149	73.86	14.77	91.43	2-10%	
	No200	0.074	37.14	7.43	98.86		
	BASE	5.71	1.14		100	0.00	
	TOTAL	500.00	100.00				
	%PERDIDA		1.14				



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 JULIACA - PERÚ
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 403257



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 : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE : Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 27/06/2025

MUESTRA : AGREGADO FINO

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

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

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

OBSERVACIONES:

• LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP/103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚRAS
 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 : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE : Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 27/06/2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

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

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

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

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE : Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

CANTERA : ISLA - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

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

FECHA : 27/06/2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

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

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

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

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 280 Kg/cm²

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025.

SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

CANTERA: ISLA - AGREGADO GRUESO

UBICACIÓN: ISLA - AGREGADO FINO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO - UANCV

FECHA: 27/06/2025

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = 280 Kg/cm² a los 28 días
entonces la resistencia promedio F'cr = 364 Kg/cm²

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

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

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

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 403257



7. De acuerdo al módulo de finiza del agregado fino = 2.80 el peso específico unido el agregado fino de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.620 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. 1618 Kg/m^3 y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 19.05 mm.

Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

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

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (440) / (2.85 * 1000) = 0.154 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (1003) / (2.53 * 1000) = 0.397 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.776 \\ \text{Volumen absoluto de arena} &= (1.000 - 0.776) = 0.224 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: $(0.224) * (3.05) * 1000 = 684 \text{ Kg/m}^3$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (1003) * (1.0167991) = 1020 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (684) * (1.0306) = 705 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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:

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

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	439.91	1.00	439.91	1.00
Agua	205.00	0.466	209.94	0.48
Agreg. Grueso	1003.36	2.28	1020.22	2.32
Agreg. Fino	684.27	1.56	705.23	1.60
Aire	2.0 %		2.0 %	

10.35 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



TESIS UANCV

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento.

Redondeo

1.63 p³ de Arena

1.6 p³ de Arena

2.43 p³ de Piedra Chancada

2.4 p³ de Piedra Chancada

20 Lt de Agua

20 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

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

*Se 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 NOROCCIDENTAL DEL PERU
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA

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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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

FECHA: JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRÁULICO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	32627	14.97	176.01	185.37	280	27/06/2025	04/07/2025	7	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	32045	14.98	176.24	181.82	280	27/06/2025	04/07/2025	7	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	32481	15.01	176.95	183.56	280	27/06/2025	04/07/2025	7	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32776	14.99	176.48	185.72	280	27/06/2025	04/07/2025	7	
Promedio De Esf. Rotura					184.12					

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	42523	15.00	176.71	240.63	280	27/06/2025	11/07/2025	14	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	43204	14.98	176.24	245.14	280	27/06/2025	11/07/2025	14	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	42833	14.97	176.01	243.36	280	27/06/2025	11/07/2025	14	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	42158	15.01	176.95	238.25	280	27/06/2025	11/07/2025	14	
Promedio De Esf. Rotura					241.85					

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	49804	14.99	176.48	282.21	280	27/06/2025	25/07/2025	28	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	49908	15.02	177.19	281.67	280	27/06/2025	25/07/2025	28	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	50048	14.97	176.01	284.35	280	27/06/2025	25/07/2025	28	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	50236	14.98	176.24	285.04	280	27/06/2025	25/07/2025	28	
Promedio De Esf. Rotura					283.32					

OBSERVACIONES:

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP-339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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

FECHA: JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CAUCHO RECICLADO 3.5%

Nº	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	BRIQUETA DE PRUEBA	32489	14.97	176.01	184.59	280	27/06/2025	04/07/2025	7	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	32906	14.98	176.24	186.71	280	27/06/2025	04/07/2025	7	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33122	15.01	176.95	187.18	280	27/06/2025	04/07/2025	7	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32709	14.99	176.48	185.34	280	27/06/2025	04/07/2025	7	
Promedio De Esf. Rotura					185.96					

Nº	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	BRIQUETA DE PRUEBA	43182	15.00	176.71	244.36	280	27/06/2025	11/07/2025	14	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	42623	14.98	176.24	241.84	280	27/06/2025	11/07/2025	14	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	43018	14.97	176.01	244.41	280	27/06/2025	11/07/2025	14	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	42404	15.01	176.95	239.64	280	27/06/2025	11/07/2025	14	
Promedio De Esf. Rotura					242.56					

Nº	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	BRIQUETA DE PRUEBA	50695	14.99	176.48	287.26	280	27/06/2025	25/07/2025	28	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	50316	15.02	177.19	283.97	280	27/06/2025	25/07/2025	28	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	50236	14.97	176.01	285.42	280	27/06/2025	25/07/2025	28	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	50411	14.98	176.24	286.03	280	27/06/2025	25/07/2025	28	
Promedio De Esf. Rotura					285.67					

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yane Torres
 CIP. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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

FECHA: JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CAUCHO RECICLADO 6.5%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	32113	14.97	176.01	182.45	280	27/06/2025	04/07/2025	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA	31946	14.98	176.24	181.26	280	27/06/2025	04/07/2025	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA	32856	15.01	176.95	185.68	280	27/06/2025	04/07/2025	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32606	14.99	176.48	184.76	280	27/06/2025	04/07/2025	7
Promedio De Esf. Rotura					183.54				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	42320	15.00	176.71	239.48	280	27/06/2025	11/07/2025	14
2	BRIQUETA DE PRUEBA	41881	14.98	176.24	237.63	280	27/06/2025	11/07/2025	14
3	BRIQUETA DE PRUEBA	42385	14.97	176.01	240.81	280	27/06/2025	11/07/2025	14
4	BRIQUETA DE PRUEBA	42211	15.01	176.95	238.55	280	27/06/2025	11/07/2025	14
Promedio De Esf. Rotura					239.12				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	49269	14.99	176.48	279.18	280	27/06/2025	25/07/2025	28
2	BRIQUETA DE PRUEBA	49899	15.02	177.19	281.62	280	27/06/2025	25/07/2025	28
3	BRIQUETA DE PRUEBA	50055	14.97	176.01	284.39	280	27/06/2025	25/07/2025	28
4	BRIQUETA DE PRUEBA	49919	14.98	176.24	283.24	280	27/06/2025	25/07/2025	28
Promedio De Esf. Rotura					282.11				

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

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

 M.S.C.A. INGENIERO
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



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

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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

FECHA: JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CAUCHO RECICLADO 9.5%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	31410	14.97	176.01	178.46	280	27/06/2025	04/07/2025	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA	31791	14.98	176.24	180.38	280	27/06/2025	04/07/2025	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA	31299	15.01	176.95	176.88	280	27/06/2025	04/07/2025	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA	31364	14.99	176.48	177.72	280	27/06/2025	04/07/2025	7
Promedio De Esf. Rotura					178.36				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	41385	15.00	176.71	234.19	280	27/06/2025	11/07/2025	14
2	BRIQUETA DE PRUEBA	41000	14.98	176.24	232.63	280	27/06/2025	11/07/2025	14
3	BRIQUETA DE PRUEBA	41439	14.97	176.01	235.44	280	27/06/2025	11/07/2025	14
4	BRIQUETA DE PRUEBA	41014	15.01	176.95	231.78	280	27/06/2025	11/07/2025	14
Promedio De Esf. Rotura					233.51				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	48405	14.99	176.48	274.28	280	27/06/2025	25/07/2025	28
2	BRIQUETA DE PRUEBA	48303	15.02	177.19	272.61	280	27/06/2025	25/07/2025	28
3	BRIQUETA DE PRUEBA	48115	14.97	176.01	273.37	280	27/06/2025	25/07/2025	28
4	BRIQUETA DE PRUEBA	48694	14.98	176.24	276.29	280	27/06/2025	25/07/2025	28
Promedio De Esf. Rotura					274.14				

OBSERVACIONES:

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



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

Dr. Arnoldo Yana Torres
CIP. 103257



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

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025
SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPÉ CHOQUE
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA
FECHA: JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO 6%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F°C	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33137	14.97	176.01	188.27	280	27/06/2025	04/07/2025	7	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33550	14.98	176.24	190.36	280	27/06/2025	04/07/2025	7	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33104	15.01	176.95	187.08	280	27/06/2025	04/07/2025	7	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33469	14.99	176.48	189.65	280	27/06/2025	04/07/2025	7	
Promedio De Esf. Rotura					188.84					

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F°C	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	43857	15.00	176.71	248.18	280	27/06/2025	11/07/2025	14	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	43439	14.98	176.24	246.47	280	27/06/2025	11/07/2025	14	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	43286	14.97	176.01	245.93	280	27/06/2025	11/07/2025	14	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	44100	15.01	176.95	249.22	280	27/06/2025	11/07/2025	14	
Promedio De Esf. Rotura					247.45					

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F°C	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	50777	14.99	176.48	287.72	280	27/06/2025	25/07/2025	28	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	51489	15.02	177.19	290.48	280	27/06/2025	25/07/2025	28	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	50800	14.97	176.01	288.62	280	27/06/2025	25/07/2025	28	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	51292	14.98	176.24	291.03	280	27/06/2025	25/07/2025	28	
Promedio De Esf. Rotura					289.46					

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

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

Laboratorio
M.S.C.A. JEFATURA
JULIACA - 2025

D^r. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP-339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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

FECHA: JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO 16%

Nº	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	BRIQUETA DE PRUEBA	33491	14.97	176.01	190.28	280	27/06/2025	04/07/2025	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33065	14.98	176.24	187.61	280	27/06/2025	04/07/2025	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA	32794	15.01	176.95	185.33	280	27/06/2025	04/07/2025	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33958	14.99	176.48	192.42	280	27/06/2025	04/07/2025	7
Promedio De Esf. Rotura					188.91				

Nº	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	BRIQUETA DE PRUEBA	44104	15.00	176.71	249.58	280	27/06/2025	11/07/2025	14
2	BRIQUETA DE PRUEBA	43738	14.98	176.24	248.17	280	27/06/2025	11/07/2025	14
3	BRIQUETA DE PRUEBA	43411	14.97	176.01	246.64	280	27/06/2025	11/07/2025	14
4	BRIQUETA DE PRUEBA	44284	15.01	176.95	250.26	280	27/06/2025	11/07/2025	14
Promedio De Esf. Rotura					248.66				

Nº	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	BRIQUETA DE PRUEBA	50635	14.99	176.48	286.92	280	27/06/2025	25/07/2025	28
2	BRIQUETA DE PRUEBA	50937	15.02	177.19	287.48	280	27/06/2025	25/07/2025	28
3	BRIQUETA DE PRUEBA	50208	14.97	176.01	285.26	280	27/06/2025	25/07/2025	28
4	BRIQUETA DE PRUEBA	52545	14.98	176.24	298.14	280	27/06/2025	25/07/2025	28
Promedio De Esf. Rotura					289.45				

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



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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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

FECHA: JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO 11%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33153	14.97	176.01	188.36	280	27/06/2025	04/07/2025	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33703	14.98	176.24	191.23	280	27/06/2025	04/07/2025	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34459	15.01	176.95	194.74	280	27/06/2025	04/07/2025	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33542	14.99	176.48	190.06	280	27/06/2025	04/07/2025	7

Promedio De Esf. Rotura 191.10

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	44074	15.00	176.71	249.41	280	27/06/2025	11/07/2025	14
2	BRIQUETA DE PRUEBA	44170	14.98	176.24	250.62	280	27/06/2025	11/07/2025	14
3	BRIQUETA DE PRUEBA	44377	14.97	176.01	252.13	280	27/06/2025	11/07/2025	14
4	BRIQUETA DE PRUEBA	44027	15.01	176.95	248.81	280	27/06/2025	11/07/2025	14

Promedio De Esf. Rotura 250.24

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	51722	14.99	176.48	293.08	280	27/06/2025	25/07/2025	28
2	BRIQUETA DE PRUEBA	51648	15.02	177.19	291.49	280	27/06/2025	25/07/2025	28
3	BRIQUETA DE PRUEBA	50958	14.97	176.01	289.52	280	27/06/2025	25/07/2025	28
4	BRIQUETA DE PRUEBA	51493	14.98	176.24	292.17	280	27/06/2025	25/07/2025	28

Promedio De Esf. Rotura 291.57

OBSERVACIONES:

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

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

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CAP. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y JIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025.

SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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

FECHA: JUNIO - JULIO DEL 2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA PATRON

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	F'c Kg/cm ²	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1451.23	21.572	22.84	280.00	7	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1463.65	21.684				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1527.83	22.635				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1719.48	25.474				

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	F'c Kg/cm ²	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2492.54	37.050	37.04	280.00	14	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2681.27	39.723				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2368.99	35.096				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2449.66	36.291				

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	F'c Kg/cm ²	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3813.38	56.683	56.86	280.00	28	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4002.17	59.291				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3798.44	56.273				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3724.65	55.180				

OBSERVACIONES:

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 JULIACA - PERÚ
 Dr. Amalio Yana Torres
 CIP. 103257



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

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025
SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON CAUCHO RECICLADO 3.5%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1646.38	24.472	26.27	280.00	7	
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1783.51	26.422				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1734.26	25.693				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1922.74	28.485				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2826.71	42.017	41.56	280.00	14	
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2641.46	39.133				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2962.55	43.890				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2780.69	41.195				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3795.67	56.420	59.21	280.00	28	
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4143.35	61.383				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3957.29	58.627				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4078.92	60.428				

OBSERVACIONES:

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

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

 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "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: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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

FECHA: JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON CAUCHO RECICLADO 6.5%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1896.57	28.191	28.11	280.00	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1853.43	27.458		280.00	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2074.93	30.740		280.00	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1758.27	26.048		280.00	7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3184.12	47.330	43.43	280.00	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3026.85	44.842		280.00	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2671.24	39.574		280.00	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2833.18	41.973		280.00	14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	4052.62	60.240	61.29	280.00	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4189.54	62.067		280.00	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4365.73	64.677		280.00	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3926.41	58.169		280.00	28

OBSERVACIONES:

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

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

LABORATORIO M.S.C.A.
 JULIACA

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025.

SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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

FECHA: JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON CAUCHO RECICLADO 9.5%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1937.38	28.798	25.78	280.00	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1611.14	23.869		280.00	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1843.86	27.316		280.00	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1562.67	23.151		280.00	7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2804.36	41.685	41.85	280.00	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2921.69	43.264		280.00	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2852.47	42.259		280.00	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2712.25	40.181		280.00	14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	4038.36	60.028	57.97	280.00	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3665.51	54.304		280.00	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4143.72	61.388		280.00	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3791.57	56.171		280.00	28

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CP. 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



PUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025.

SOLICITANTE : Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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

FECHA : JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO 6.0%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2064.18	30.683	28.38	280.00	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1794.35	26.583		280.00	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1958.59	29.016		280.00	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1837.63	27.224		280.00	7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2738.51	40.706	42.57	280.00	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2877.38	42.628		280.00	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3142.42	46.554		280.00	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2726.25	40.389		280.00	14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	F'c Kg/cm2	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	4053.27	60.249	61.47	280.00	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4215.66	62.454		280.00	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3937.48	58.333		280.00	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4375.71	64.825		280.00	28

OBSERVACIONES:

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

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



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

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE : Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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

FECHA : JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO 11.0%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	F'c Kg/cm ²	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2263.63	33.647	31.64	280.00	7	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2349.88	34.813				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2025.52	30.008				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1896.27	28.093				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	F'c Kg/cm ²	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2857.51	42.475	45.42	280.00	14	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3026.74	44.841				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3145.44	46.599				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3224.82	47.775				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	F'c Kg/cm ²	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	4503.19	66.937	64.24	280.00	28	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4127.71	61.151				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4278.46	63.385				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4421.53	65.504				

OBSERVACIONES:

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

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

 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257





UNIVERSIDAD ANDINA "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 FLEXIÓN

NTP: 339.034

TEMA: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

SOLICITANTE: Bach. LISVEDZ QUISPE CHOQUE

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

FECHA: JUNIO - JULIO DEL 2025

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO 16.0%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	F'c Kg/cm ²	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2064.67	30.690	32.77	280.00	7	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2191.53	32.467				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2145.74	31.789				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2437.88	36.117				

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	F'c Kg/cm ²	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3114.68	46.298	47.06	280.00	14	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3352.27	49.663				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3203.73	47.463				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3024.55	44.808				

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	F'c Kg/cm ²	EDAD	
		b (cm)	h (cm)	L (cm)					DIAS	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	4585.63	68.162	65.91	280.00	28	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4776.28	70.760				
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4252.55	63.001				
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4166.19	61.721				

OBSERVACIONES:

1. LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



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



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 13-10-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: LISVEDZ QUISPE CHOQUE

Dirección: PSJ. CABANA S/N

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75874599

Teléfono: 976 601 565 email: quispelisvedz10@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

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

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO CON APLICACIÓN

DE CAUCHO RECICLADO Y TIRAS DE POLICLORURO DE VINILO

RECICLADO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO HIDRÁULICO, CAUCHO RECICLADO, TIRAS DE PVC RECICLADO

¿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

13-10-2025

Fecha