

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Evaluación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco - 2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Gargate Támara, Osias Fladmiro

ASESOR: Torres Ponce, Carlos Antonio

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

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

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

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería

Sub área: Ingeniería Civil

Disciplina: Ingeniería Civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 45580351

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22407564

Grado/Título: Magister en gestión publica

Código ORCID: 0000-0001-9026-0647

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Huaman Cuespan, Carlos Esteban	Doctor en ciencias ambientales y desarrollo sostenible	42289817	0000-0002- 9668-6670
2	Narro Jara, Luis Fernando	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	18206328	0000-0003- 4008-7633
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001- 8392-1769



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:15 horas del día **lunes 09 de setiembre de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- | | |
|-------------------------------------|--------------|
| ❖ DR. CARLOS ESTEBAN HUAMAN CUESPAN | - PRESIDENTE |
| ❖ MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA | - SECRETARIO |
| ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO | - VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1948-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN $f'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO - 2023"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Osias Fladmiro GARGATE TAMARA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47).

Siendo las 17:55 horas del día **09 del mes de setiembre** del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

DR. CARLOS ESTEBAN HUAMÁN CUESPAN

DNI: 42289817

ORCID: 0000-0002-9668-6670

PRESIDENTE

MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA

DNI: 18206328

ORCID: 0000-0003-4008-7633

SECRETARIO (A)

MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO

DNI: 41891649

ORCID: 0000-0001-8392-1769

VOCAL



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: OSIAS FLADMIRO GARGATE TÁMARA, de la investigación titulada "Evaluación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco - 2023", con asesor CARLOS ANTONIO TORRES PONCE, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1348-2024-D-FI-UDH, del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 24 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 19 de julio de 2024



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



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

11. GARGATE TÁMARA, OSIAS FLADMIRO.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

12%

2

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

5%

3

Submitted to uncedu

Trabajo del estudiante

2%

4

apirepositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

2%

5

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

1%



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



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

DEDICATORIA

A mis padres, cuyo inquebrantable apoyo y sacrificios han sido la luz que ha iluminado mi camino académico. A ustedes, quienes han sido los pilares de mi educación, les dedico este trabajo con profundo agradecimiento por su amor, guía y constante aliento.

A mis profesores y mentores, cuya dedicación y sabiduría han sido faros de inspiración. Gracias por desafiarme a alcanzar nuevas alturas y por impartirme conocimientos que han enriquecido mi trayectoria académica.

A mis amigos, compañeros de estudio y confidentes, quienes han compartido risas, desafíos y triunfos a lo largo de este viaje. Su amistad ha sido un tesoro invaluable que ha iluminado incluso los días más desafiantes.

A aquellos que, de manera directa o indirecta, han contribuido a mi formación académica, les rindo un sincero agradecimiento. Este logro es también el resultado de sus aportes y enseñanzas.

A mi yo del pasado, que perseveró en medio de las dificultades y desafíos académicos. Este trabajo es un testimonio de la fortaleza y la determinación que he encontrado en cada obstáculo superado.

Con gratitud y afecto, dedico este trabajo a todos aquellos que han sido parte fundamental de mi viaje universitario. Su influencia ha dejado una marca indeleble en mi crecimiento personal y académico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo representa no solo el resultado de horas de investigación y dedicación, sino también el fruto de la colaboración y el apoyo generoso de muchas personas a lo largo de mi trayectoria universitaria.

Agradezco profundamente a mis profesores y asesores académicos, por su afán a impartir sabidurías y mentoría ha proporcionado constantemente motivación y conocimiento.

A mi familia, agradezco por su incondicional respaldo, paciencia y amor. Su apoyo ha sido mi ancla durante los desafíos académicos y su alegría ha sido mi motivación en los triunfos compartidos.

A mis amigos y compañeros de estudio, quienes han compartido no solo conocimientos sino también momentos significativos en este viaje. Sus conversaciones, debates y colaboración han enriquecido mi perspectiva y han hecho que este proceso sea más enriquecedor.

A todos aquellos que participaron en entrevistas, encuestas o contribuyeron de alguna manera a la recopilación de datos, les agradezco por su tiempo y su valiosa colaboración.

A los pioneros en mi campo de estudio, cuyas investigaciones previas han pavimentado el camino para este trabajo. Su dedicación a la expansión del conocimiento ha sido una fuente constante de inspiración.

Agradezco a las instituciones y organizaciones que proporcionaron el respaldo financiero para llevar a cabo esta investigación. Su contribución ha sido fundamental para la realización de experimentos y la adquisición de recursos necesarios.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPITULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	16
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	16
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6.1. TEÓRICA	17
1.6.2. ECONÓMICA	18
1.6.3. TÉCNICA	18
CAPITULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	21

2.2. BASES TEÓRICAS	21
2.2.1. CONCRETO.....	21
2.2.2. ENSAYO EN VIGAS A LA FLEXIÓN DE RESISTENCIA.....	24
2.2.3. CAUCHO.....	26
2.2. DEFINICIONES CONCEPTUALES	29
2.3. HIPÓTESIS.....	31
2.3.2. HIPÓTESIS GENERAL	31
2.3.3. HIPÓTESIS ESPECIFICA.....	31
2.4. VARIABLES.....	32
2.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE	32
2.4.3. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	32
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	33
CAPITULO III	34
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
3.1.1. ENFOQUE	34
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	34
3.1.3. DISEÑO	34
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	35
3.2.1. POBLACIÓN	35
3.2.2. MUESTRA.....	35
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	35
3.3.1. TÉCNICA	35
3.3.2. INSTRUMENTOS.....	36
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	36
3.4.1. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO.....	36
3.4.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	36
CAPITULO IV.....	37
RESULTADOS.....	37
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	37
4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	52

CAPITULO V.....	66
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	66
5.1. PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	66
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Calidad del agua	23
Tabla 2 Granulometría para agregado fino	23
Tabla 3 Propiedades físicas y químicas del caucho Natural	27
Tabla 4 Tipos de cauchos sintéticos y sus características	28
Tabla 5 Cantidad de muestras a realizar	35
Tabla 6 Comparación de media de los Variables de estudio	37
Tabla 7 Ensayo de contenido de humedad	39
Tabla 8 Granulometría de agregado fino	39
Tabla 9 Granulometría de agregado grueso	41
Tabla 10 Peso unitario de agregado fino	42
Tabla 11 Peso unitario de agregado grueso	43
Tabla 12 Peso específico y absorción de agregado grueso	43
Tabla 13 Peso específico y absorción de agregado fino	44
Tabla 14 Abrasión de los agregados	44
Tabla 15 Resistencia a la flexión del patrón a 7 días	45
Tabla 16 Resistencia a la flexión del patrón a 14 días	45
Tabla 17 Resistencia a la flexión del patrón a 28 días	45
Tabla 18 Media y desviación estándar	46
Tabla 19 Resistencia a la flexión al 1% con caucho reciclado a 7 días	46
Tabla 20 Resistencia a la flexión al 1% con caucho reciclado a 14 días	47
Tabla 21 Resistencia a la flexión al 1% con caucho reciclado a 28 días	47
Tabla 22 Media y desviación estándar	47
Tabla 23 Resistencia a la flexión al 3% con caucho reciclado a 7 días	48
Tabla 24 Resistencia a la flexión al 3% con caucho reciclado a 14 días	49
Tabla 25 Resistencia a la flexión al 3% con caucho reciclado a 28 días	49
Tabla 26 Media y desviación estándar	49
Tabla 27 Resistencia a la flexión al 5% con caucho reciclado a 7 días	50
Tabla 28 Resistencia a la flexión al 5% con caucho reciclado a 14 días	50
Tabla 29 Resistencia a la flexión al 5% con caucho reciclado a 28 días	51
Tabla 30 Media y desviación estándar	51
Tabla 31 Comparación de resultados del grupo patrón y experimentales	52

Tabla 32 Comparación de los resultados a la flexión del grupo patrón y el promedio del grupo al 1%, 3% y 5% con caucho reciclado.	53
Tabla 33 Pruebas de normalidad de los grupos de estudio	54
Tabla 34 Prueba “t” evaluada en las muestras relacionadas.	54
Tabla 35 Comparación de resultados del grupo patrón y experimentales	56
Tabla 36 Comparación de los resultados a la flexión del grupo patrón y del grupo al 1% con caucho reciclado.	57
Tabla 37 Pruebas de normalidad de los grupos de estudio	58
Tabla 38 Prueba “t” evaluada en las muestras relacionadas.	58
Tabla 39 Comparación de resultados del grupo patrón y experimentales	59
Tabla 40 Comparación de los resultados a la flexión del grupo patrón y del grupo al 3% con caucho reciclado.	60
Tabla 41 Pruebas de normalidad de los grupos de estudio	61
Tabla 42 Prueba “t” evaluada en las muestras relacionadas.	61
Tabla 43 Comparación de resultados del grupo patrón y experimentales	62
Tabla 44 Comparación de los resultados a la flexión del grupo patrón y del grupo al 3% con caucho reciclado.	63
Tabla 45 Pruebas de normalidad de los grupos de estudio	64
Tabla 46 Prueba “t” evaluada en las muestras relacionadas.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Composición del concreto.....	22
Figura 2 Ensayo a flexión de vigas con cargas a los tercios.....	26
Figura 3 Obtención del caucho natural por el proceso del sangrado	27
Figura 4 Comparación de media de la variable resistencia a la flexión	38
Figura 5 Comparación de media de la variable resistencia a la flexión	38
Figura 6 Granulometría del AF.....	40
Figura 7 Granulometría del AG	42
Figura 8 Resultados de laboratorio del grupo patrón a 28 días	46
Figura 9 Resultados de laboratorio al 1% de caucho reciclado a 28 días.....	48
Figura 10 Resultados de laboratorio al 3% de caucho reciclado a 28 días...	50
Figura 11 Resultados de laboratorio al 5% de caucho reciclado a 28 días...	52
Figura 12 Comparación de las flexiones obtenidos en laboratorio.....	53
Figura 13 Prueba de hipótesis de las variables de Estudio	55
Figura 14 Comparación de las flexiones obtenidos en laboratorio.....	57
Figura 15 Comparación de las flexiones obtenidos en laboratorio.....	60
Figura 16 Comparación de las flexiones obtenidos en laboratorio.....	63
Figura 17 Adición del desmoldante a los moldes prismas rectangulares para vigas de 45 x15 x 15 cm.	101
Figura 18 Selección del agregado fino.....	101
Figura 19 Selección del agregado Grueso.....	102
Figura 20 Pesaje del agregado finos para el diseño de mezcla de concreto para las vigas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	102
Figura 21 Pesaje del agregado grueso para el diseño de mezcla de concreto para las vigas de concreto $f'c =210\text{kg/cm}^2$	103
Figura 22 Pesaje del agua para el diseño de mezcla concreto para las vigas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	103
Figura 23 pesaje del cemento tipo I para el diseño de mezcla concreto para las vigas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	104
Figura 24 1% de Caucho reciclado respecto el agregado grueso.....	104
Figura 25 3% de Caucho reciclado respecto el agregado grueso.....	105
Figura 26 5% de Caucho reciclado respecto el agregado grueso.....	105

Figura 27 Adición del agregado grueso al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con adiciones de 1,3 y 5 % de Caucho reciclado.	106
Figura 28 Adición del agregado fino al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con adiciones de 1,3 y 5 % de Caucho reciclado.	106
Figura 29 Adición de agua al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de 1,3 y 5 % de Caucho reciclado.	107
Figura 30 Adición del cemento al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con adiciones de 1,3 y 5 % de Caucho reciclado.	107
Figura 31 Adición del 1 % de Caucho reciclado al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	108
Figura 32 Adición del 3 % de Caucho reciclado al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	108
Figura 33 Adición del 5 % de Caucho reciclado al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	109
Figura 34 Ensayo del SLUMP para determinar su asentamiento del concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	109
Figura 35 Ensayo del SLUMP para determinar su asentamiento del concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	110
Figura 36 Elaboración de vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con medidas de 45 x 15 x 15 cm patrón y con adiciones de 1,3 y 5 % de Caucho reciclado.	110
Figura 37 Proceso de fraguado de las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con medidas de 45 x 15 x 15 cm patrón y con adiciones de 1,3 y 5 % de Caucho reciclado.	111
Figura 38 Desmoldeo de las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210$	111
Figura 39 Proceso de curado de las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con medidas de 45 x 15 x 15 cm patrón.	112

Figura 40 Proceso de curado de las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con medidas de 45 x 15 x 15 cm patrón y con adición de 1% de Caucho reciclado.	112
Figura 41 Proceso de curado de las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con medidas de 45 x 15 x 15 cm patrón y con adición de 3% de Caucho reciclado	113
Figura 42 Proceso de curado de las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con medidas de 45 x 15 x 15 cm patrón y con adición de 5% de Caucho reciclado	113
Figura 43 Trazos de los apoyos para realizar el ensayo de resistencia a la flexión con una carga al centro NTP 339.079.	114
Figura 44 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ a los 7 días de curado (Patrón).....	114
Figura 45 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ a los 7 días de curado (Patrón).	115
Figura 46 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ a los 14 días de curado (Patrón).	115
Figura 47 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ a los 14 días de curado (Patrón).	116
Figura 48 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días de curado (Patrón).	116
Figura 49 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días de curado (Patrón).	117
Figura 50 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con adición del 1% de Caucho reciclados a los 7 días de curado.....	117
Figura 51 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con adición del 1% de Caucho reciclados a los 7 días de curado.....	118
Figura 52 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con adición del 1% de Caucho reciclados a los 14 días de curado.....	118

Figura 53 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=$ 210kg/cm ² con adición del 1% de Caucho reciclados a los 14 días de curado	119
Figura 54 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=$ 210kg/cm ² con adición del 1% de Caucho reciclados a los 28 días de curado.....	119
Figura 55 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=$ 210kg/cm ² con adición del 1% de Caucho reciclados a los 28 días de curado	120
Figura 56 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=$ 210kg/cm ² con adición del 3% de Caucho reciclados a los 7 días de curado.....	120
Figura 57 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=$ 210kg/cm ² con adición del 3% de Caucho reciclados a los 7 días de curado	121
Figura 58 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=$ 210kg/cm ² con adición del 3% de Caucho reciclados a los 14 días de curado.....	121
Figura 59 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=$ 210kg/cm ² con adición del 3% de Caucho reciclados a los 14 días de curado	121
Figura 60 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=$ 210kg/cm ² con adición del 3% de Caucho reciclados a los 28 días de curado.....	122
Figura 61 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=$ 210kg/cm ² con adición del 3% de Caucho reciclados a los 28 días de curado.....	122
Figura 62 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=$ 210kg/cm ² con adición del 5% de Caucho reciclados a los 7 días de curado.....	123
Figura 63 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=$ 210kg/cm ² con adición del 5% de Caucho reciclados a los 7 días de curado	123

Figura 64 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con adición del 5% de Caucho reciclados a los 14 días de curado.....	124
Figura 65 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con adición del 5% de Caucho reciclados a los 14 días de curado.....	124
Figura 66 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con adición del 5% de Caucho reciclados a los 28 días de curado.....	125
Figura 67 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con adición del 5% de Caucho reciclados a los 28 días de curado.....	125

RESUMEN

El propósito de esta investigación universitaria fue determinar la resistencia de las vigas a la flexión de concreto con porcentajes del 1 %, 3 % y 5 % elaborado con caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados provenientes de la cantera de Andabamba ubicada en la ciudad de Huánuco; tomaron 10 muestras en diferentes edades de evaluación del concreto y en función de los porcentajes de adición, teniendo un total de la población 120 probetas; de acuerdo al enfoque, alcance y diseño, la investigación es cuantitativa, de tipo aplicada y experimental en su variante cuasiexperimental; donde después de realizar los ensayos de laboratorio se demuestra que los resultados promedios a los 28 días obtenidos con adición de 1%, 3% y 5% de caucho tipo reciclado fueron (50.8498, 53.5083 y 55.0118) kg/cm^2 siendo esto superior al promedio de las muestras patrón que fueron de 49.7699 kg/cm^2 ; Por lo tanto, nuestros hallazgos demostraron una significativa mejora en la resistencia a la flexión de las vigas reforzadas, lo que respalda la eficacia del caucho de tipo reciclado como refuerzo estructural. Se identificaron proporciones óptimas de caucho reciclado y se destacaron los beneficios medioambientales al contribuir a la gestión de residuos de neumáticos. A pesar de estos resultados prometedores, se enfatiza la necesidad de investigaciones ampliadas para estimar la durabilidad de las vigas reforzadas y se subraya la importancia de la colaboración interdisciplinaria y la implementación práctica de este método en el sector de la construcción. Este trabajo proporciona una contribución valiosa al campo de la construcción sostenible y al aprovechamiento responsable de recursos reciclados en la ingeniería estructural.

Palabras clave: caucho reciclado, flexión, concreto, construcciones, vigas.

ABSTRACT

The purpose of this university research was to determine the resistance of the beams to concrete bending with percentages of 1%, 3% and 5% made with recycled rubber for a $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ with aggregates from the quarry of Andabamba located in the city of Huánuco; They took 10 samples at different ages of concrete evaluation and depending on the addition percentages, having a total of 120 probes in the population; According to the approach, scope and design, the research is quantitative, applied and experimental in its quasi-experimental variant; where after carrying out the laboratory tests it is shown that the average results after 28 days obtained with the addition of 1%, 3% and 5% of recycled rubber were (50.8498, 53.5083 and 55.0118) kg/cm^2 , this being higher than the average of the standard samples that were 49.7699 kg/cm^2 ; Therefore, our findings demonstrated a significant improvement in the flexural strength of the reinforced beams, supporting the effectiveness of recycled-type rubber as a structural reinforcement. Optimal proportions of recycled rubber were identified and the environmental benefits of contributing to tire waste management were highlighted. Despite these promising results, the need for expanded research to estimate the durability of reinforced beams is emphasized and the importance of interdisciplinary collaboration and practical implementation of this method in the construction sector is underlined. This work provides a valuable contribution to the field of sustainable construction and the responsible use of recycled resources in structural engineering.

Keywords: recycled rubber, bending, concrete, constructions, beams.

INTRODUCCIÓN

En el constante esfuerzo por innovar en la ingeniería estructural y abordar los desafíos contemporáneos de la sostenibilidad, Este estudio universitario examina una alternativa única para aumentar la resistencia de las vigas de hormigón a la flexión mediante la incorporación de caucho tipo reciclado.

La edificación sostenible se ha convertido en una preferencia esencial dentro de la agenda global, buscando materiales ecoamigables y técnicas de construcción innovadoras se ha intensificado. El caucho reciclado, obtenido principalmente de llantas desechadas, se presenta como una opción atractiva para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón al mismo tiempo que ayuda a reducir las crecientes preocupaciones ambientales relacionadas con la gestión de desechos en este contexto.

El estudio se centra en la necesidad de aumentar la eficiencia estructural y el compromiso con prácticas de construcción más sostenibles, como se explica en esta introducción. Examinaremos cómo la adición de caucho tipo reciclado afecta la resistencia de las vigas a la flexión de hormigón y cómo afecta la sostenibilidad de la construcción. Además, delinearemos los objetivos específicos de esta investigación, destacando la importancia de avanzar hacia soluciones que no solo fortalezcan las estructuras, sino que también aborden de manera proactiva los desafíos medioambientales actuales. A medida que profundizamos en este análisis, buscamos arrojar luz sobre el potencial transformador del caucho reciclado dentro del rubro de la ingeniería civil, así como en la edificación del futuro sostenible.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La flexión de vigas y su resistencia; forma parte fundamental de la ingeniería civil y estructural. La capacidad de soportar cargas y deformaciones bajo flexión es crucial para certificar la permanencia y durabilidad de estructuras. Sin embargo, existen desafíos en la búsqueda de razonables soluciones y rentables para mejorar dicha resistencia. Una posible alternativa prometedora es la adhesión de caucho recuperado para la fabricación de vigas.

Dentro del contexto internacional, la producción y consumo de caucho sintético han aumentado significativamente, lo que ha llevado a la acumulación de estos en vertederos y suelos. Al mismo tiempo, la construcción de infraestructuras requiere grandes cantidades de materiales y recursos, incluidos los tradicionales como el concreto y el acero. La adhesión de caucho reciclado en la fabricación de vigas puede ser un recurso potencial para sujetar el impacto antrópico de la cimentación y motivar la economía circular a nivel internacional.

En el Perú, el sector de la construcción está experimentando una evolución significativa debido al desarrollo de construcciones y proyectos de vivienda. La cantidad de cauchos desechados en el país representa un desafío en términos de disposición y reciclaje adecuado. La investigación examinará cómo la adhesión de caucho reciclado en la fabricación de vigas puede maximizar la resistencia a la flexión, al mismo tiempo ayudar a gestionar de manera sostenible los neumáticos desechados en Perú.

En la región Huánuco, específicamente, se enfrentan desafíos particulares en términos de infraestructura y desarrollo sostenible. La construcción de vías, puentes y estructuras locales requieren materiales perdurables y costos razonables. El reciclaje de cauchos desechados en

Huánuco puede presentar una oportunidad para optimizar la resistencia de las vigas a la flexión manipuladas para proyectos locales.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 1% de caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023?
- ¿Cuál es la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3% de caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023?
- ¿Cuál es la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 5% de caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 1% de caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

- Determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3% de caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.
- Determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 5% de caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación sobre vigas y su resistencia a la flexión incorporando caucho de tipo reciclado tiene una sólida justificación teórica desde la perspectiva estructural. El caucho reciclado es un material con propiedades únicas que pueden influir en el comportamiento estructural de las vigas. Estudiar cómo el caucho reciclado interactúa con los componentes de las vigas, así como el diseño de mezcla de hormigón y como afecta a la resistencia a la flexión, permitirá una comprensión más profunda de los mecanismos de deformación y falla de las vigas reforzadas con este material. Esta investigación proporcionará una base teórica sólida para el diseño de estructuras más eficientes y sostenibles que incorporen caucho reciclado.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Desde una perspectiva práctica, la afiliación de caucho tipo reciclado en vigas presenta ventajas estructurales significativas. Se espera que el caucho recuperado se obtenga resultados de aguante a la flexión y capacidad de impregnación de energía de las vigas, lo que las hace más resistentes a las cargas cíclicas y los impactos. Además, la inclusión de caucho reciclado puede mejorar la durabilidad de las vigas, ya que el caucho tiene propiedades de resistencia al envejecimiento y a la corrosión. Estas mejoras en el rendimiento estructural pueden resultar

en estructuras más seguras y de mayor vida útil, lo que tiene un beneficio positivo.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Las vigas adicionando caucho reciclado mejora la sostenibilidad y la gestión de desechos al dar vida a los neumáticos desechados. La reducción de la acumulación de residuos y la reutilización de materiales son aspectos cada vez más valorados por la sociedad actual, que busca soluciones más sostenibles. Además, la incorporación de caucho reciclado en vigas puede tener un beneficio positivo en la resiliencia en las estructuras frente a eventos sísmicos o impactos, lo que aumenta la seguridad de las personas y los bienes. Esto mejora la confianza de la sociedad en las estructuras construidas y promueve el desarrollo de comunidades más seguras y sostenibles.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las indagaciones sobre caucho de tipo reciclado con adición en vigas con el fin de acrecentar la resistencia a la flexión a nivel local son mínimos.

A las vigas de concreto elaborados con caucho reciclado únicamente se realizó la prueba a la flexión.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. TEÓRICA

El estudio se basa en el conocimiento existente sobre características del caucho tipo reciclado y cómo podría fortalecer su potencial para mejorar la resistencia a la flexión de las vigas. Se cuenta con estudios previos que demuestran las características mecánicas favorables del caucho reciclado, como su disposición de consumir energía y la resistencia a la deformación.

1.6.2. ECONÓMICA

La investigación se ve mejorada por el uso de caucho reciclado como material de refuerzo en las vigas. El caucho reciclado es un recurso cuantioso y disponible a un coste relativamente inferior en comparación con otros materiales convencionales, como el acero. Al utilizar caucho reciclado en lugar de materiales nuevos, se puede reducir significativamente el costo de construcción, lo que lo convierte en una opción económicamente viable.

1.6.3. TÉCNICA

La investigación se basa en la factibilidad de incorporar el caucho reciclado en las vigas de manera efectiva y segura. Se requerirá un estudio detallado de sus características mecánicas y físicas del caucho reciclado, así también su interacción con otros materiales utilizados en las vigas, como el concreto. La viabilidad técnica también implica la elaboración de ensayos de laboratorio y ensayos estructurales con el fin de evaluar el rendimiento de vigas reforzadas con caucho reciclado y compararlos con las vigas convencionales.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ospina (2021) en la investigación titulada *“Análisis de concreto añadido con residuos de neumático (caucho) para la producción de prefabricados para urbanismo”*. El estudio posee un importante objetivo, determinar factibilidad técnica en la mezcla de hormigón con reemplazo parcial de agregado de tipo fino, por residuos de piezas de caucho para la preparación de prefabricados en obras de urbanismo de ese modo menguar el impacto ambiental. La investigación tiene como resultado en resistencia del concreto a la flexión con complemento de (10 - 20 - 30) % de caucho obtuvo como resultados promedio después de los 28 días, (2,07 – 1,94 – 1,71) MPa. La investigación concluyó que el caucho mezclado con hormigón posee un descenso significativo en la resistencia a la flexión, lo que limitaría el porcentaje de caucho a proporciones bajas para mitigar el riesgo de proyectos que necesitan una buena resistencia a la flexión.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Giraldo (2019) en su investigación denominada *“Resistencia a la compresión y flexión de concreto con filamentos de caucho reciclado de 10% - 20%”*. La investigación posee como principal objetivo es establecer la resistencia a la compresión y flexión del concreto a $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ suplantando el agregado de tipo grueso por fibras de caucho tipo reciclado a los porcentajes (10% - 20%). La investigación tiene como efectos en las pruebas de resistencia a la flexión del hormigón con añadidura de caucho tipo reciclado en un 10% (160.1 – 193 – 213.3) kg/cm^2 en los días 7, 14 y 28 días y en 20% (139.1 – 163.2 – 183.4) kg/cm^2 en los días 7, 14 y 28 días. La investigación concluyó que la resistencia a la flexión del concreto con añadidura en un 10 por ciento

de caucho tipo reciclado acrecienta la resistencia sobresaliendo las muestras patrón.

Pacheco y Ticlo (2020) en su estudio titulado “Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto, añadiendo fibras de caucho de neumáticos reciclados, Lima 2019”. La investigación posee como transcendental objetivo determinar la resistencia a la compresión, así como a la flexión adicionando fibras de caucho de neumáticos reconsiderados al concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019. La investigación tuvo como resultados del concreto con incorporación de caucho en fibras al tres, cinco y siete por ciento sometidos al ensayo de resistencia a la flexión se obtuvieron una resistencia en promedio de (58 - 49.3 - 40.7) kg/cm^2 la muestra patrón dio como efecto de 58 kg/cm^2 . La investigación concluyó que al añadir más porcentaje de fibras de caucho disminuye su resistencia a la flexión en un 15 - 30.52% respecto a las muestras patrón.

García (2020) en el estudio titulado “Influencia de la suma de caucho granulado en 5% -10% - 15% en la resistencia a compresión y flexión del concreto para la utilización en obras de ingeniería, Lima 2020”. Tiene un significativo objetivo determinar el impacto de la adición de caucho granulado en la resistencia a compresión y flexión del concreto para la utilización en obras de ingeniería, en Lima 2020. La investigación tiene como resultados del concreto con adición de caucho granulado en un (cinco – diez - quince) por ciento, en el ensayo de la resistencia a la flexión posterior al vigésimo octavo día dieron como resultados promedio de (veinticinco- veintiséis- veinticuatro) kg/cm^2 . La investigación concluyó que las muestras de concreto con añadidura de caucho granulado al ser ensayadas en la resistencia a la flexión posterior al vigésimo octavo día de curado obtuvieron óptimos resultados, las muestras del cinco – diez por ciento dando un incremento en su resistencia en un cuatro por ciento.

Huánuco (2021) en la tesis denominada “Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la añadidura de caucho reciclado, Pasco 2021”. Tiene el objetivo primordial

de establecer las propiedades tanto mecánicas como físicas del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la publicación de dichas propiedades mecánicas y físicas del concreto con el diseño de mezcla con la adición de caucho tipo reciclado y agregados de la cantera Rio Colorado. La investigación tiene como resultados del concreto con añadidura de caucho tipo reciclado en un (III, VII y X) %, en el ensayo de la resistencia a la flexión posterior a los 21 días dieron como resultados promedio de (41.33 - 45 - 52) kg/cm^2 . La investigación concluyó que el caucho mejora la resistencia a flexión a 21 días, mientras más añadidura de caucho tipo reciclado aplicado al concreto mayor es su resistencia dando un aumento en su resistencia en un 19.71%.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Bonifacio (2021) en la investigación titulada “Evaluación de la resistencia a flexión y compresión del concreto añadiendo fibras sintéticas de neumáticos - Huánuco 2020”. El objetivo principal es evaluar el impacto de las fibras sintéticas de neumáticos en el concreto, comparándolas con el concreto convencional, donde $f_c = 294 \text{ kg/cm}^2$. La presente investigación obtuvo como resultados en las pruebas de resistencia a la flexión en los siete, catorce y veintiocho días, el concreto adicionado dio como resultados promedio de (36.08 – 38.85 – 45.62) kg/cm^2 , con 10% (29.86 – 36.23 – 37.15) kg/cm^2 y con 20% (29.86 – 36.23 – 37.15) kg/cm^2 . La investigación concluye que no mejora la resistencia la flexión con las fibras de caucho, pero a su vez el 5% de fibras de caucho tiene un excelente comportamiento en su resistencia a la flexibilidad que los diez y veinte por ciento de fibras de caucho.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CONCRETO

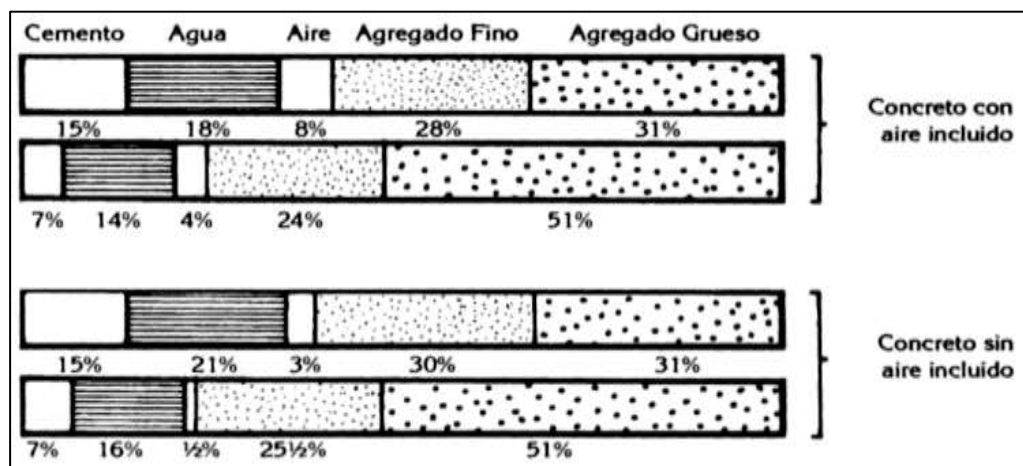
Porrero et al. (2014) nos indica que el concreto es un material que puede fraccionar en ambas partes: un producto espeso y maleable con la propiedad de endurecerse con el tiempo, y las piedras de esta pasta

en cambio, se compone de agua y un aglutinante o un producto aglomerado (cemento). El agua desempeña la doble función de mezclar y reaccionar químicamente con el cemento para endurecerlo. (p. 31)

Según Sánchez (2001) nos menciona mediante un gráfico la composición del concreto.

Figura 1

Composición del concreto



Nota. Se muestra los materiales del concreto. Sánchez, 2001, p. 22.

2.2.1.1. COMPOSICIÓN DEL CONCRETO

✓ **Cemento**

NTP 334.001 (2001) nos dice que el cemento es un producto comercial de disponibilidad fácil, se convierte en una pasta cuando se combina con la cantidad conveniente de agua. Un aglutinante que puede robustecer en el aire y bajo el agua. (p. 6)

✓ **Aire**

Según Gutierrez y Vizarreta (2021) La presencia del mismo en la mezcla de hormigón suele ser un hecho irrevocable que siempre habrá algo de aire en la mezcla debido a factores como el volumen del agregado, la vibración y en general, el uso de aditivos específicos. (p. 20)

✓ Agua

Según la NTP 339.088 (2019) nos dice que el mismo tiene que ser agua potable para que no perturbe en sus características del concreto. (p. 4)

Tabla 1

Calidad del agua

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MAX. ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de Mg	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Superior de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Material orgánico	10 ppm

Nota. Se muestra los componentes del agua. Abanto, s/f, p. 21.

✓ Granulometría

Agregado Fino

Según la N.T.P. 400.037 (2018) nos sugiere que este agregado se extrae de forma natural o artificial y pasa por el tamiz (3/8 pulg) que esta se retiene el tamiz (N° 200) (p. 6)

Tabla 2

Granulometría para agregado fino

Tamiz	% que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (N°.4)	95 hasta 100
2,36 mm (N°.8)	85 hasta 100
1,18 mm (N°.16)	50 hasta 85
600 um (N°.30)	25 hasta 60
300 um (N°.50)	5 hasta 30
150 um (N°.100)	0 hasta 10
75 um (N°.200)	0 hasta 3,0 ^{A.B}

Nota. Se muestra granulometría del agregado. N.T.P. 400.037,2018, p. 8.

Agregado de tipo grueso

Conforme la N.T.P. numeral 400.037 (2018) Agregado grueso se define al material retenido en el tamiz (N°4) que esta proveniente de las demoliciones de piedras que se pueden establecer como piedras chancadas. (p. 8)

2.2.2. ENSAYO EN VIGAS A LA FLEXIÓN DE RESISTENCIA

N.T.P. numeral 339.059 (2011) nos dice que, si el agregado superior es de 25 mm o inferior, refiriéndose a vigas la parte recta que se utiliza para la resistencia a la flexión puede ser de 100 mm x 100 mm; en caso contrario será (150 x 150) mm. Las dimensiones de la sección recta deben estar dentro del dos por ciento de estas dimensiones nominales. El inspector debe automatizar las dimensiones de la viga si el ancho está limitado por el ancho de la muestra. Una parte de la pieza relevante que se utilizará en la prueba debe ser al menos 50 mm superior que la sección transversal nominal. (p. 16)

2.2.2.1. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ENSAYO A FLEXIÓN

N.T.P. numeral 339.059 (2011) nos dice que en especímenes el ensayo de flexión que han sido curados en húmedo debe hacerse de inmediato posterior de sacarlo de la cámara de curado que contienen las vigas. Al medir el módulo de ruptura, las superficies secas producen resultados menos precisos.

La muestra se centra en los bloques de soporte y se gira por un lado en relación con la posición de fundición. En términos de la fuerza empleada, establezca al sistema de carga en el centro, encienda el bloque de carga de la aplicación, para hacer contacto con el centro de la superficie de la muestra aplique una carga del tres al seis por ciento de la carga máxima prevista.

La carga del haz debe ser constante y ausencia de impactos: aplique la carga constantemente hasta que logra romper; aplique la carga a una velocidad que eleve la tensión extrema de la fibra, idealmente entre cero y un MPa por minuto.

El rango de cantidad de aplicación de carga se determina utilizando la siguiente ecuación: (p.4)

$$r = \frac{2Sbd^2}{3L}$$

En el cual:

r: Relación que posee la carga, en N/minuto

S: Tasa de acrecentamiento de la tensión superior en la carga de tracción, en MPa/minuto

b: Ancho promedio en milímetro de la viga según su disposición para la prueba

d: Altura promedio en milímetro de la viga según su disposición para la prueba

L: Longitud del tramo, en milímetro (p.6).

N.T.P. 339.079 (2012) nos expone que el módulo que genera la rotura se deducirá haciendo uso de la fórmula siguiente:

$$M_R = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En el cual:

Mr: Es el módulo de rotura, en MPa.

P: Es la carga superior de rotura indicada por la máquina de prueba, en N

L: Es la luz libre entre apoyos, en milímetro

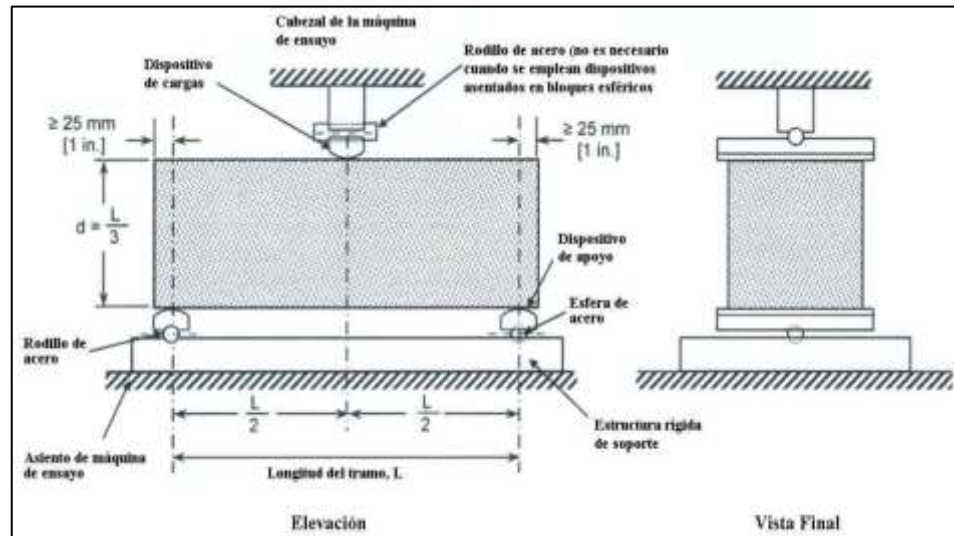
b: Es el ancho promedio en milímetro de la viga en la sección de falla.

h: Es la altura promedio en milímetro de la viga en la sección de falla.

NOTA: El pesaje de la viga no se incluye en los cálculos anteriormente detallados (p.7).

Figura 2

Ensayo a flexión de vigas con cargas a los tercios



Nota. Se muestra el ensayo a flexión. NTP 339.079,2012, p. 10.

2.2.3. CAUCHO

Espinoza (2008) dice que el caucho natural es una sustancia orgánica formada por enormes moléculas que se entrelazan entre sí. Debido a que el caucho está dispuesto de monómeros, que representan enlaces conectados por cadenas moleculares, las cuales llegan a ser enormes. El grado de resistencia del caucho al estiramiento o la deformación, una propiedad mejor distinguida como viscosidad, puede variar según la fuerza de unión de los monómeros. La elasticidad, la resistencia al agua y la resistencia eléctrica del caucho son cualidades adicionales que lo diferencian de otros materiales, ya sean naturales o sintéticos. Debido a que sus moléculas tienden a alinearse en la dirección de la tensión cuando se estiran, el caucho típicamente tiene altas fuerzas de atracción intermoleculares. (p. 28)

2.2.3.1. TIPOS DE CAUCHO

Caucho Natural

Penagos (2017) menciona que es un polímero elástico hecho de los componentes básicos de la química orgánica, átomos de

carbono e hidrógeno. A través de un proceso conocido como sangrado, que consiste esencialmente en hacer un corte en la corteza del árbol para que el látex fluya de él, emerge de varias plantas como una sustancia lechosa (látex). El isopreno, también conocido como 2-metilbutadieno, tiene la fórmula química C_5H_8 y es una de las formas más básicas en las que se puede encontrar el caucho. (p. 20)

Figura 3

Obtención del caucho natural por el proceso del sangrado



Nota. Se muestra la obtención del caucho. Kohler, 2012, p. 18.

2.2.3.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL CAUCHO NATURAL

Tabla 3

Características químicas y físicas del caucho Natural

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS	RESULTADOS
Adhesión a metales	Excelente
Adhesión a telas	Excelente
Resistencia al Desgarramiento	Muy buena
Resistencia a la Abrasión	Excelente

Deformación por Compresión	Buena
Resistencia Dieléctrica	Excelente
Electro aislamiento	Bueno a Excelente
Permeabilidad a los Gases	Bastante baja
Acido resistencia Diluido	Regular a buena
Acido resistencia Concentrado	Regular a buena
Resistencia Hidrocarburos Alifáticos	pobre
Resistencia Hidrocarburos Aromáticos	pobre
Resistencia Solventes Oxigenados (cetonas)	Buena
Resistencia Disolventes de lacas	pobre

Nota. Se muestra las propiedades del caucho. Criollo, 2014, p. 9.

Caucho sintético

Los hidrocarburos insaturados se convierten en caucho sintético mediante procesos químicos como la condensación o la polimerización.

Los compuestos básicos, también conocidos como monómeros, o moléculas más pequeñas conocidas también como polímeros, se encuentran en los hidrocarburos. Las especies químicas o el uso previsto son las dos categorías utilizadas para agrupar los cauchos sintéticos. En cuanto a su uso previsto, pueden ser: tenaces, ignífugos, resistentes a los hidrocarburos o a la corrosión. Y por su afinidad química, que también encapsula las características clave de estos materiales.

Tabla 4

Tipos de cauchos sintéticos y sus características

Tipo de caucho	Características
Sintético	
Estireno - Butadieno	Es soluble en la mayoría de los solventes de hidrocarburos cuando no está vulcanizado. Para vulcanizar, necesita aceleradores fuertes.
Polibutadieno (BR)	Tienen una flexibilidad muy alta, sobrepasando el hule natural. Buena resistencia a la abrasión y flexibilidad a baja temperatura.

Isopreno	Se puede hacer que el isopreno se parezca al caucho natural en su composición cuando se usan catalizadores, pero en el uso real, la longitud y la estructura de las moléculas pueden diferir ligeramente.
Etileno – Propileno (EPM-EPDM)	Tanto el etileno como el propileno son hidrocarburos, y el etileno representa del 50 al 65% del peso. Ambos son resistentes al envejecimiento, al ozono y a la luz solar.
Isobutileno – isopreno (IIR)	copolímeros elaborados con isopreno e isobutileno. El isopreno proporciona enlaces dobles para la vulcanización y el poliisobutileno está completamente saturado.
Caucho de nitrilo (NBR)	Los copolímeros de acrilonitrilo y butadieno tienen concentraciones de acrilonitrilo que oscilan entre el 18 y el 40%; a mayor concentración, peores propiedades físicas y mayor resistencia al aceite.
Policloropreno (Neopreno)	El líquido similar al isopreno con un átomo de cloro difiere del isopreno en términos de composición química.
Cauchos fluorados (CFM - FKM)	Entre los elastómeros más caros del mercado se encuentran el fluorocarbono y la fluorosilicona.
Cauchos de silicona (Q)	Se caracterizan por su base de silicio, alternancia de átomos de silicio y oxígeno, estabilidad térmica, aislamiento eléctrico, resistencia al agua y propiedades antiadherentes.
Termoplásticos	Sin perder sus propiedades, funden a altas temperaturas y solidifican a bajas. Cuando se usa un tipo específico de copolímero, las unidades de monómero se unen en el medio de la molécula y las otras unidades semegran para formar bloques en los extremos de la molécula. Esto da como resultado la combinación de propiedades elastoméricas y plásticas. caucho descrito como termoplástico.

Nota. Se muestra las características del caucho. Criollo, 2014, p. 10.

2.2. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Butadieno:** Mallqui (2008) el componente elastomérico más importante que se usa hoy en día es el butadieno, que no solo forma un elastómero por sí mismo, sino que también forma una parte importante de los elastómeros más ampliamente utilizados y conocidos. El butadieno se obtiene de distintas maneras por el petróleo, el alcohol, el acetileno. (p. 25)
- **Agentes vulcanizadores:** Penagos (2017) se dice que es un agente que realiza la vulcanización después de haber sido expuesto a una temperatura adecuada es vulcanizante. Para distribuirse fácil y uniformemente en el caucho, este agente vulcanizante debe ser soluble en el caucho o fragmentado en pequeñas partículas. (p.15)

- **Etileno – Propileno:** Fuentes (2014) estos son copolímeros de etileno y propileno, cuyo contenido de etileno oscila entre el 50% y el 65% en masa. Tanto EPM así como EPDM exhiben la impresionante resistencia al envejecimiento, los rayos solares, el ozono y otros factores ambientales. Sin cambiar físicamente, también pueden soportar cargas pesadas de aceites de extensión. (p. 8)
- **Vulcanización:** Penagos (2017) a temperaturas y tiempos específicos, los átomos de azufre se incorporan químicamente a la molécula de polímero en una reacción irreversible. Esta reacción provoca un cambio en las propiedades mecánicas y físicas del caucho, aumentando su dureza así como la resistencia a la abrasión. La composición y la aplicación del producto final son sólo dos ejemplos de las muchas variables que afectarán la temperatura y la duración del proceso de vulcanización. (p. 15)
- **Viga:** Gamboa (2017) nos dice que “Es un componente estructural cuyo propósito es transferir cargas transversales a las columnas, las cuales pueden soportar tanto cargas puntuales como distribuidas a medida que se desarrollan a lo largo de su vida útil”. (p. 6)
- **Resistencia:** Rojas (2020) nos dice que “Debido a que el concreto se comporta mejor a compresión que a tracción, su capacidad para soportar cargas y esfuerzos es bien conocida”. (p. 45)
- **Aditivos:** E.060 (2009) nos dice que es un “Sustancia que no sea cemento hidráulico, agua o áridos. Ingrediente concreto que se puede agregar antes o durante la mezcla para alterar las características del producto terminado”. (p. 14).
- **Aglutinante:** Palet (2002) el pigmento se mezcla con una sustancia orgánica o inorgánica en proporciones variables, y esto sirve esencialmente para fijar el pigmento al soporte. A excepción de unos pocos inorgánicos como el vidrio de agua o la cal, los aglutinantes suelen

ser de naturaleza orgánica. Según su solubilidad en agua, se pueden clasificar convencionalmente. (p. 39)

- **Ensayo a Flexión:** Gamboa (2017) son ensayos en los que se comprime un material en una parte de la sección transversal, que puede estar en la mitad o en los dos tercios de la viga, y la parte restante de la sección transversal, que se denomina viga, se inicia para producir tensión de tracción. Se dobla bajo la presión. (p.12).
- **Agregados:** NTP 400.011 (2008) "un conjunto de partículas que pueden provenir de fuentes sintéticas o naturales. cuyas mediciones contiene el NTP. Otro nombre para ello es árido". (p. 2)

2.3. HIPÓTESIS

2.3.2. HIPÓTESIS GENERAL

Existe mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

2.3.3. HIPÓTESIS ESPECIFICA

- Hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 1% de caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.
- Hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3% de caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.
- Hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 5% de caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

2.4. VARIABLES

2.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la flexión de vigas de concreto.

2.4.3. VARIABLE INDEPENDIENTE

Caucho reciclado.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE: Caucho reciclado	Propiedades físicas y químicas	Composición	Nominal	De forma observacional directa
		Estado	Nominal	Fichas técnicas proporcionadas por los proveedores
		Morfología	Nominal	
DEPENDIENTE: Resistencia a la flexión de vigas de concreto.	Propiedades de la cantera de Andabamba	Granulometría	Nominal	Fichas granulométricas
		Densidad	Nominal	Equipos de densidad
		Dureza	Nominal	Ensayo de desgaste de los Ángeles.
	Prueba de rotura de vigas a flexión	Resistencia de viga de concreto a la flexión hecho con un 1%, 3% y 5% de caucho reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm ² con agregados de la cantera de Andabamba.	Continua	Máquina de rotura para vigas a flexión con una carga puntual.
	Prueba de rotura de vigas a flexión			

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque de la tesis fue cuantitativo.

Hernández et al., (2010) menciona que la información será de manera numérica y para la demostración de las hipótesis se utilizarán los análisis estadísticos. (pág. 4).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel del estudio fue explicativo:

Según Muñoz (2015), el estudio práctica o aplicada, a diferencia de la investigación teórica, pretende aplicar los conocimientos adquiridos de forma inmediata, pero no por ello deja de merecer la pena. (p. 86).

3.1.3. DISEÑO

El estudio ha tenido un diseño tipo cuasi experimental: Hernández et al., (2010) Las muestras se categorizan adecuadamente para este tipo de diseño, teniendo en cuenta los grupos control y experimental. (pág. 148).

Esquema de la investigación

GE: O1 _____ X _____ O3
GC: O2 _____ O4

Donde:

GE = Grupo experimental

GC = Grupo control

O1 y O2 = Pre prueba

X = Tratamiento

O3 y O4 = Pos prueba

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Ciento veinte vigas de hormigón, la mitad de ellas compuestas de caucho recuperado y la otra mitad de hormigón normal, servirán de representación de la población de los cuales se evaluará la resistencia sometidos a la flexión.

3.2.2. MUESTRA

Para elegirlo se hizo uso el muestreo no probabilístico; en otras palabras, se hace por conveniencia del autor de la misma.

ELECCIÓN DE LA MUESTRA

Tabla 5

Cantidad de muestras a realizar

Vigas de concreto (número)	Viga de concreto convencional	% Caucho reciclado incorporado a la viga de concreto			TOTAL DE VIGAS A ENSAYAR
		1%	3%	5%	
Cantidad de especímenes por (%)	10 muestras a 7 días.	10 muestras a 7 días.	10 muestras a 7 días.	10 muestras a 7 días.	120
	10 muestras a 14 días.	10 muestras a 14 días.	10 muestras a 14 días.	10 muestras a 14 días.	
	10 muestras a 28 días.	10 muestras a 28 días.	10 muestras a 28 días.	10 muestras a 28 días.	

Nota. En la tabla se particulariza el conjunto de muestra que se ejecutará en función de la proporción de adición de caucho tipo reciclado.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICA

Una técnica forma parte del grupo de los instrumentos que se manejan para recopilar, organizar, procesar y compartir datos sobre un tema que se está estudiando. (Hernández et al. 2010, p. 250).

Dado que el autor presenciara personalmente los resultados de las pruebas de flexión en muestras de las vigas con hormigón construidas con y en ausencia de adición al caucho de tipo reciclado, el método empleado será la observación directa. Después de eso, estos resultados se registrarán en formatos de laboratorio.

3.3.2. INSTRUMENTOS

En el estudio se emplearon las siguientes herramientas para recopilar datos e información:

Fichas de evaluación y observación: Los métodos de recopilación deben ser confiables y adecuados a las variables de análisis. (Hernández et al., año 2006, p. 252).

Los instrumentos manejados fueron:

- Formato de diseño de mezcla
- Formato de: Ensayo de flexión.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se utilizaron las estadísticas y aplicaciones informáticas adecuadas para procesar nuestros datos cuantitativos.

3.4.1. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO

El estudio empleó un análisis de tipo estadístico basado en los factores que debían evaluarse.

3.4.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se hizo uso del software como SPSS y Excel

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 6

Comparación de media de variables de estudio

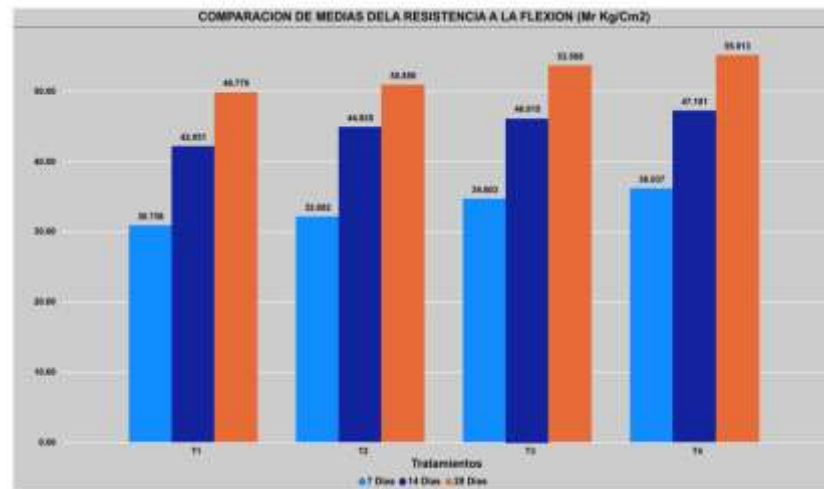
Tratamientos*	Séptimo día		Décimo cuarto día		Vigésimo octavo día	
	Mr/kg/cm ²	Kg	Mr/kg/cm ²	Kg	Mr(kg/cm ²)	Kg
0%	30.758 ^a	1537.912 ^a	42.051 ^a	2102.52 ^a	49.77 ^a	2355.039 ^a
1%	32.082 ^b	1604.091 ^b	44.835 ^b	2241.852 ^b	50.85 ^b	2542.49 ^b
3%	34.603 ^c	1730.165 ^c	46.015 ^c	2300.179 ^c	53.508 ^c	2675.418 ^c
5%	36.037 ^d	1801.931 ^d	47.101 ^d	2355.039 ^d	55.013 ^d	2355.039 ^d
P- valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Nota: La figura muestra la diferencia estadística que existe entre la media de los tratamientos P – Valor <0.005, de las variables de estudio resistencia a la flexión Mr (Kg/cm²) y carga superior (Kg). Siendo el T₁= 0% origen caucho tipo reciclado, T₂= 1% de caucho tipo reciclado, T₃= 3% de caucho tipo reciclado, T₄=5% de caucho tipo reciclado. Letras distintas en la misma columna indican la diferencia estadística significativa que existe entre los tratamientos según la prueba Tuckey (<0.05) y Prueba Dunn (<0.05)

La Tabla 6 muestra la comparación de media de los tratamientos en el cual se observa la diferencia estadística significativa que existe entre ellas P-valor < 0.05, cuyos valores son para la resistencia a la flexión (Mr/kg/cm²), para T₁: 30.758 (0%/7 días), 42.051(0%/7 días), 49.77 (0%/7 días); T₂: 32.082 (1%/7 días), 44.835 (1%/7 días), 50.85 (1%/7 días); T₃: 34.603 (3%/7 días), 46.015 (3%/14 días), 53.508 (3%/28 días) y T₄: 36.037 (5%/7 días), 47.101 (5%/14 días), 55.013 (5%/28 días).

Figura 4

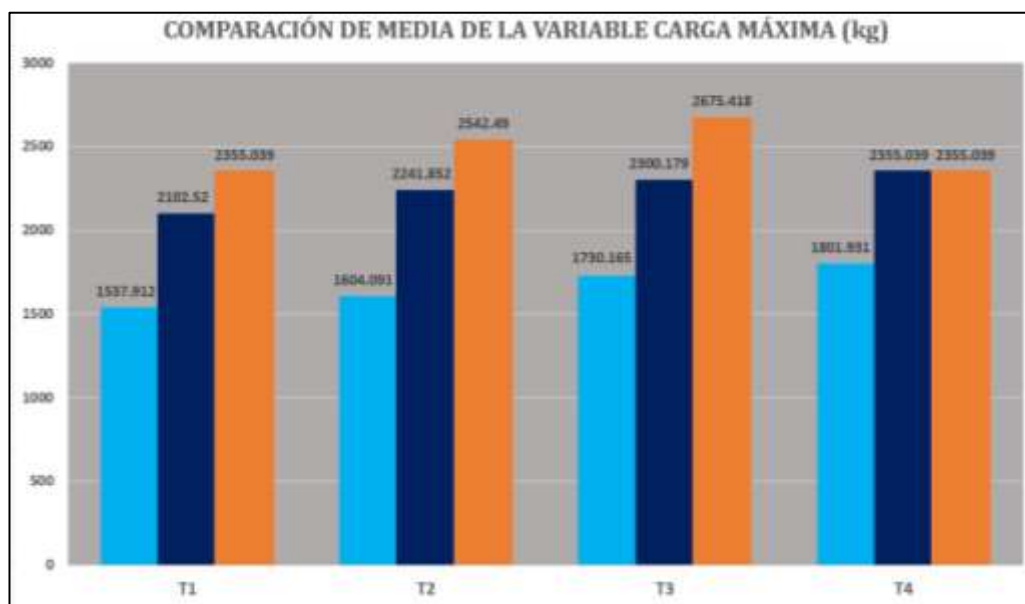
Comparación de media de la variable resistencia a la flexión



Nota. En la presente se aprecia la comparación de la media de tratamientos en los 7, 14 y 28 días de evaluación de la variable resistencia a la flexión en el cual se observa los valores del T₁ (0%): 30.758, 42.051, 49.770 Mr (Kg/cm²), respectivamente de igual manera T₂ (1%): 32.082, 44.835, 50.850 Mr (Kg/cm²), T₃ (3%): 34.603, 46.015, 53.508 (Mr Kg/cm²), T₄ (5%): 36.037, 47.101, 55.013 Mr (Kg/cm²).

Figura 5

Comparación de media de la variable carga máxima



Nota. En la presente se aprecia la comparación de la media de los tratamientos en los 7, 14 y 28 días de evaluación de la carga superior en el cual se observa los valores del T₁ (0%): 1537.912, 2102.52, 2355.039 (Kg), respectivamente de igual manera T₂ (1%): 1604.091, 2241.852, 2542.49 (Kg), T₃ (3%): 1730.165, 2300.179, 2675.418 (Kg), T₄ (5%): 1801.931, 2355.039, 2355.039(Kg).

Tabla 7

Ensayo de contenido de humedad

AGREGADO DE TIPO FINO				
ID	Descripción	Prueba N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	28.50	28.50	28.50
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	316.50	292.50	308.80
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	310.80	282.30	294.90
D	Peso muestra Húmeda - Ph (g), D = B – A	288.00	264.00	280.30
E	Peso muestra Seca - Ps (g), E = C – A	282.30	253.80	266.40
F	Peso del Agua (g), F = B – C	5.70	10.20	13.90
G	Contenido de Humedad (W%)= $\frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$	2.02%	4.02%	5.22%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)			3.75%	
AGREGADO GRUESO				
ID	Descripción	Prueba N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	28.50	28.50	28.50
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	242.40	223.70	267.20
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	239.90	222.30	265.10
D	Peso muestra Húmeda - Ph (g), D = B – A	213.90	195.20	238.70
E	Peso muestra Seca - Ps (g), E = C – A	211.40	193.80	236.60
F	Peso del Agua (g), F = B – C	2.50	1.40	2.10
G	Contenido de Humedad (W%)= $\frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$	1.18%	0.72%	0.89%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)			0.93%	

Tabla 8

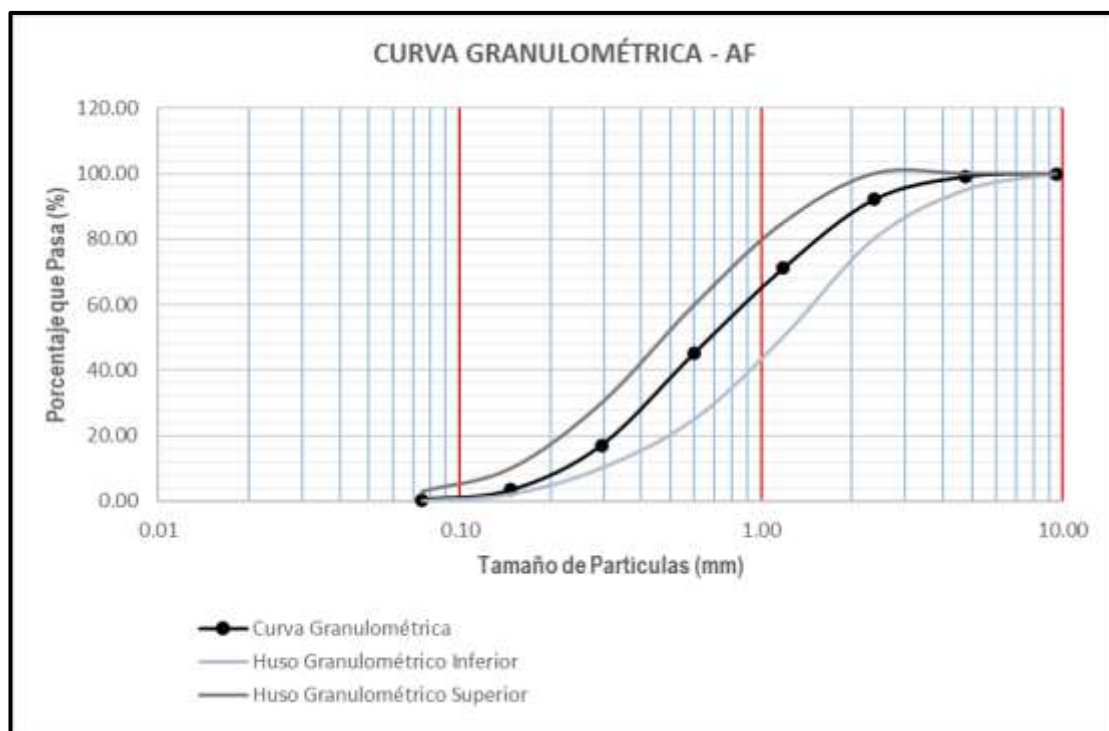
Granulometría de agregado fino

AGREGADO FINO			PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)		1,000.00 gr		
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	AREN A	ESPECIFICACIÓN	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100

N° 4	4.75	8.70	0.87	0.87	99.13	95	100
N° 8	2.36	70.60	7.06	7.93	92.07	80	100
N° 16	1.18	209.80	20.99	28.92	71.08	50	85
N° 30	0.60	257.90	25.80	54.71	45.29	25	60
N° 50	0.30	281.60	28.17	82.88	17.12	10	30
N° 100	0.15	137.10	13.71	96.59	3.41	2	10
N° 200	0.075	29.40	2.94	99.53	0.47	0	3
FONDO		4.65	0.47	100.00	0.00		
		999.75	100.00				
Error:	0.0250%	Ensayo Aceptado					
Módulo de Finura Agregado Fino	2.72						
$M.F. = \frac{\%ret.Acum.malla(N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$							

Figura 6

Granulometría del AF



Nota. La figura muestra la gráfica granulométrica.

Tabla 9

Granulometría de agregado grueso

AGREGADO GRUESO			PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)		5,000.00 gr		
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENID O	% RETENIDO ACUMULA DO	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	GRAV A	ESPECIFICACI ÓN	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	204.00	4.08	4.08	95.92	90	100
1/2"	12.50	2,705.00	54.10	58.18	41.82	35	85
3/8"	9.50	1,125.00	22.50	80.68	19.32	20	55
Nº 4	4.75	884.00	17.68	98.36	1.64	0	15
Nº 8	2.36	44.00	0.88	99.24	0.76	0	5
Nº 16	1.18	6.20	0.12	99.36	0.64	0	0
Nº 30	0.60	2.51	0.05	99.41	0.59		
FONDO		29.27	0.59	100.00	0.00		
		4999.98	100.00				
Error:		0.0004%	Ensayo Aceptado				
Módulo de Finura Agregado Grueso				6.81			
$M.F. = \frac{\%ret. Acum. malla(N^{\circ}1\ 1/2" + N^{\circ}3/4" + N^{\circ}3/8" + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$							

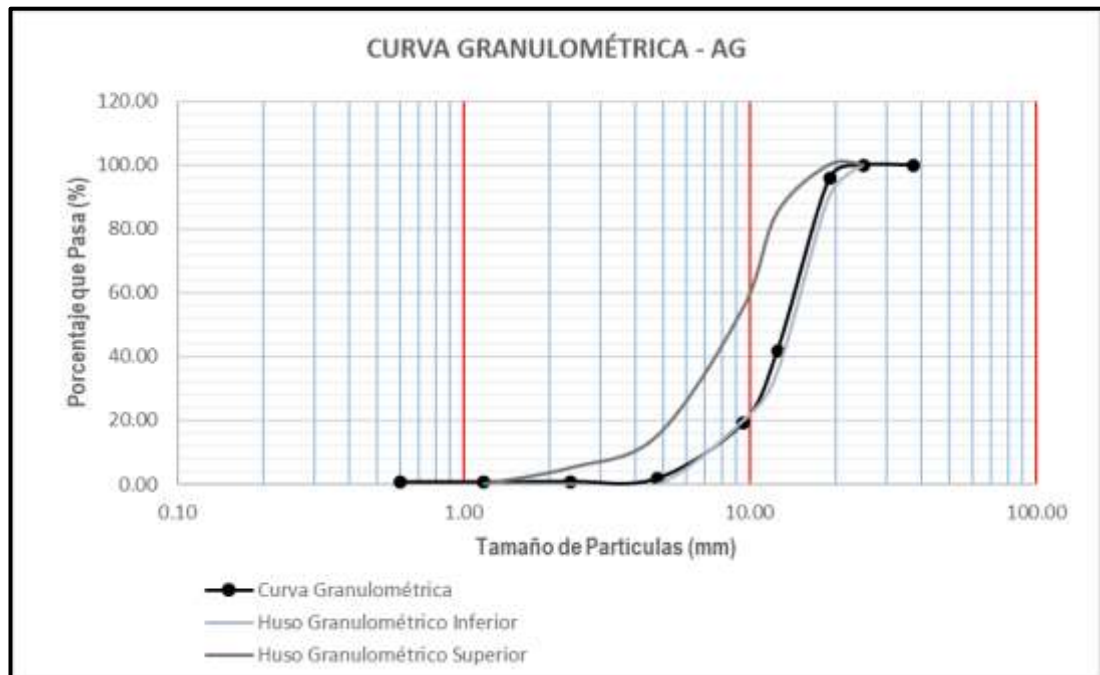
Tamaño Máximo Nominal Agregado Grueso

3/4"

Está ofrecido por la grieta de la malla inmediata superior a la que retiene el quince por ciento acumulado, o superior del agregado grueso tamizado

Figura 7

Granulometría del AG



Nota. La figura muestra la gráfica granulométrica.

Tabla 10

Peso unitario de agregado fino

Diámetro del Cilindro Metálico		17.64 cm				
Altura del Cilindro Metálico		18.00 cm				
PESO UNITARIO DEL AGREGADO DE TIPO FINO						
AGREGADO DE TIPO FINO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)	< 1/2"	Volu men Molde	0.00440 m³	
ID	DESCRIPCIÓN	UN D	1	2	3	RESULTA DOS
A	Peso del Molde + AF Compactado	kg	7.96	8.10	8.09	
B	Peso del Molde	kg	0.19	0.19	0.19	
C	Peso del AF Compactado, C = A – B	kg	7.77	7.91	7.90	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	kg/ m³	1,766 .74	1,798 .57	1,795. 84	1,787.05
E	Peso del Molde + AF Suelto	kg	7.57	7.68	7.60	
F	Peso del AF Suelto, F = E – B	kg	7.38	7.49	7.41	
G	PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	kg/ m³	1,678 .09	1,703 .09	1,684. 45	1,688.54

Tabla 11

Peso unitario de agregado grueso

Diámetro del Cilindro Metálico		22.90 cm				
Altura del Cilindro Metálico		25.00 cm				
PESO UNITARIO DEL AGREGADO DE TIPO GRUESO						
AGREGADO DE TIPO GRUESO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)	3/4"	Volu men Molde	0.01030 m³	
ID	DESCRIPCIÓN	UN D	1	2	3	RESULT ADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	kg	15.88	15.92	15.72	
B	Peso del Molde	kg	0.38	0.38	0.38	
C	Peso del AG Compactado, $C = A - B$	kg	15.49	15.54	15.33	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	kg/ m³	1,504 .65	1,508 .82	1,489. 01	1,500.83
E	Peso del Molde + AG Suelto	kg	13.67	13.84	14.03	
F	Peso del AG Suelto, $F = E - B$	kg	13.29	13.46	13.65	
G	PESO UNITARIO SUELTO $G = F / \text{Vol. Molde}$	kg/ m³	1,290 .50	1,306 .72	1,325. 66	1,307.63

Tabla 12

Peso específico y absorción de agregado grueso

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO DE TIPO GRUESO						
I D	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTA DOS
A	Peso saturado superficialmente seco del suelo en aire	gr	3,000 .00	3,000 .00	3,000 .00	
B	Peso saturado superficialmente seco del suelo en agua	gr	1,858 .00	1,856 .00	1,857 .00	
C	Volumen de masa + Volumen de vacío, C = A – B	gr	1,142 .00	1,144 .00	1,143 .00	
D	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	2,961 .00	2,961 .00	2,948 .00	
E	Volumen de masa, E = C – (A – D)	cm³	1,103 .00	1,105 .00	1,091 .00	
F	PESO ESPECÍFICO BULK (base seca) F = D / C	gr/c m³	2.59	2.59	2.58	2.59
G	PESO ESPECÍFICO (base saturada) G = A / C	gr/c m³	2.63	2.62	2.62	2.62
H	PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca) H = D / E	gr/c m³	2.68	2.68	2.70	2.69
I	ABSORCIÓN I = [(A – D) / D]*100	%	1.32 %	1.32 %	1.76 %	1.47%

Tabla 13

Peso específico y absorción de agregado fino

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO DE TIPO FINO						
I D	DESCRIPCIÓN	UN D	1	2	3	RESULTA DOS
A	Peso saturado superficialmente seco del suelo (Psss)	gr	500.0 0	500.0 0	500.0 0	
B	Peso del frasco + Agua hasta marca de 500ml	gr	651.0 0	651.0 0	651.0 0	
C	Peso del frasco + Agua + Psss, $C = A + B$	gr	1,151 .00	1,151 .00	1,151 .00	
D	Peso del frasco + Psss + Agua hasta la marca de 500ml	gr	964.0 0	963.0 0	963.0 0	
E	Volumen de masa + Volumen de vacío, $E = C - D$	cm ³	187.0 0	188.0 0	188.0 0	
F	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	492.0 0	492.0 0	490.0 0	
G	Volumen de masa, $G = E - (A - F)$	cm ³	179.0 0	180.0 0	178.0 0	
H	PESO ESPECÍFICO BULK (base seca) $H = F / E$	gr/c m ³	2.63	2.62	2.61	2.62
I	PESO ESPECÍFICO (base saturada) $I = A / E$	gr/c m ³	2.67	2.66	2.66	2.66
J	PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca) $J = F / G$	gr/c m ³	2.75	2.73	2.75	2.74
K	ABSORCIÓN $K = [(A - F) / F] * 100$	%	1.63 %	1.63 %	2.04 %	1.76%

Tabla 14

Abrasión de los agregados

ABRASIÓN AL DESGASTE DE AGREGADOS						
I D	DESCRIPCIÓN	UN D	1	2	3	RESULTA DOS
A	Peso muestra total	gr	5,001.0 0	5,004.0 0	5,003.0 0	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	2,830.3 0	4,146.1 0	3,455.3 0	
C	DESGASTE A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES $C = [(A - B) / A] * 100$	%	43.41%	17.14%	30.94%	30.50%

Interpretación

Las presentes pruebas que se ejecutaron con agregados tanto fino así como grueso indican la presencia de calidad de la cantera de Andabamba con la cual se planteó un diseño de mezcla conforme a lo planteado en el estudio, cumpliendo con el $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 15

Resistencia a la flexión del patrón al séptimo día

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	EDAD (Días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁX. (Kg)	Mr(kg/c m ²)
			(L) cm	(b) cm	(h) cm		
1	PATRÓN	7	45	15	15	1470.41	29.41
2	PATRÓN	7	45	15	15	1532.61	30.65
3	PATRÓN	7	45	15	15	1575.44	31.51
4	PATRÓN	7	45	15	15	1516.29	30.33
5	PATRÓN	7	45	15	15	1484.68	29.69
6	PATRÓN	7	45	15	15	1563.20	31.26
7	PATRÓN	7	45	15	15	1605.01	32.10
8	PATRÓN	7	45	15	15	1527.51	30.55
9	PATRÓN	7	45	15	15	1532.61	30.65
10	PATRÓN	7	45	15	15	1571.36	31.43

Tabla 16

Resistencia a la flexión del patrón al décimo cuarto día.

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	EDAD (Días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁX. (Kg)	Mr(kg/c m ²)
			(L) cm	(b) cm	(h) cm		
1	PATRÓN	14	45	15	15	2082.23	41.64
2	PATRÓN	14	45	15	15	2144.43	42.89
3	PATRÓN	14	45	15	15	2026.14	40.52
4	PATRÓN	14	45	15	15	2172.98	43.46
5	PATRÓN	14	45	15	15	2069.99	41.40
6	PATRÓN	14	45	15	15	2114.86	42.30
7	PATRÓN	14	45	15	15	2171.96	43.44
8	PATRÓN	14	45	15	15	2117.92	42.36
9	PATRÓN	14	45	15	15	2089.37	41.79
10	PATRÓN	14	45	15	15	2035.32	40.71

Tabla 17

Resistencia a la flexión del patrón al vigésimo octavo día.

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	EDAD (Días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁX. (Kg)	Mr(kg/c m ²)
			(L) cm	(b) cm	(h) cm		
1	PATRÓN	28	45	15	15	2452.38	49.05
2	PATRÓN	28	45	15	15	2522.74	50.45
3	PATRÓN	28	45	15	15	2477.87	49.56
4	PATRÓN	28	45	15	15	2518.46	50.37
5	PATRÓN	28	45	15	15	2481.44	49.63
6	PATRÓN	28	45	15	15	2463.29	49.27
7	PATRÓN	28	45	15	15	2519.88	50.40
8	PATRÓN	28	45	15	15	2466.65	49.33
9	PATRÓN	28	45	15	15	2517.64	50.35
10	PATRÓN	28	45	15	15	2464.61	49.29

Tabla 18

Media y desviación estándar

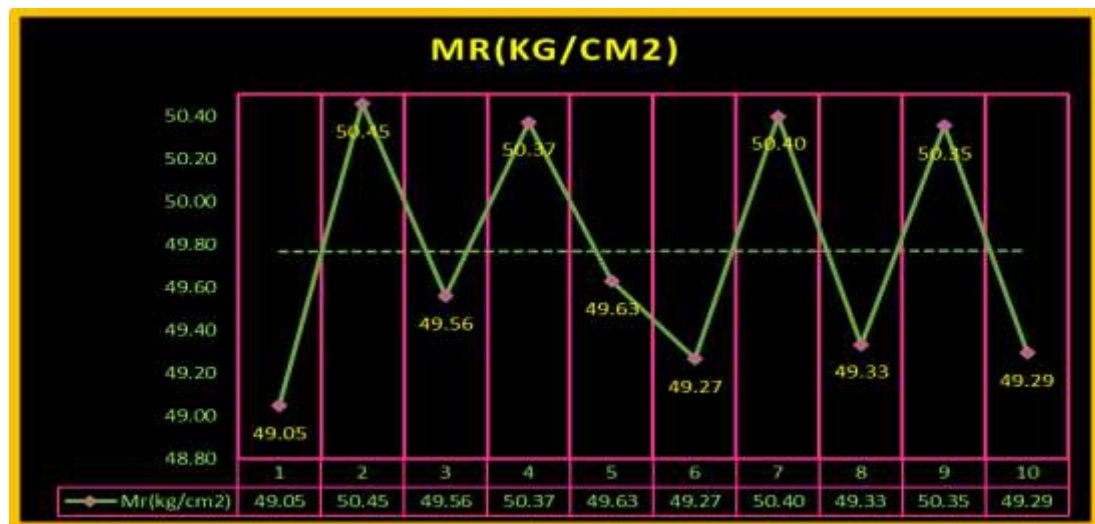
Flexión de vigas		
N	Válido	10
	Perdidos	0
Media		49.7699
Desviación estándar		0,560

Interpretación

Los resultados de vigas sometidos a la flexión al vigésimo octavo día del grupo patrón donde la media es 49.7699 kgf/cm². Cuya desviación estándar dio como resultado 0.560 kgf/cm² que nos indica la flexión puede estar por encima o debajo de dicho valor.

Figura 8

Resultados de laboratorio del grupo patrón al día 28



Nota. La figura muestra los resultados obtenidos durante el proceso del ensayo a flexión donde el mínimo valor es 49.05 kgf/cm² y el máximo valor 50.45 kgf/cm², demostrando la cercanía de los valores al instante de la realización del ensayo.

Tabla 19

Resistencia a la flexión al 1% con caucho de tipo reciclado al séptimo día.

MUESTRA	% CAUCHO RECYCLADO	EDAD (Días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁX. (Kg)	Mr(kg/cm²)
			(L) cm	(b) cm	(h) cm		
1	1%	7	45	15	15	1608.07	32.16
2	1%	7	45	15	15	1518.33	30.37
3	1%	7	45	15	15	1573.40	31.47
4	1%	7	45	15	15	1603.99	32.08
5	1%	7	45	15	15	1620.30	32.41

6	1%	7	45	15	15	1632.54	32.65
7	1%	7	45	15	15	1608.07	32.16
8	1%	7	45	15	15	1638.66	32.77
9	1%	7	45	15	15	1630.50	32.61
10	1%	7	45	15	15	1607.05	32.14

Tabla 20

Resistencia a la flexión al 1% con caucho de tipo reciclado al décimo cuarto día.

MUESTRA	% CAUCHO REICLADO	EDAD (Días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁX. (Kg)	Mr(kg/c m ²)
			(L) cm	(b) cm	(h) cm		
1	1%	14	45	15	15	2253.54	45.07
2	1%	14	45	15	15	2216.83	44.34
3	1%	14	45	15	15	2284.13	45.68
4	1%	14	45	15	15	2314.72	46.29
5	1%	14	45	15	15	2231.10	44.62
6	1%	14	45	15	15	2234.16	44.68
7	1%	14	45	15	15	2206.02	44.12
8	1%	14	45	15	15	2185.22	43.70
9	1%	14	45	15	15	2290.25	45.80
10	1%	14	45	15	15	2202.55	44.05

Tabla 21

Resistencia a la flexión al 1% con caucho de tipo reciclado al vigésimo octavo día.

MUESTRA	% CAUCHO REICLADO	EDAD (Días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁX. (Kg)	Mr(kg/c m ²)
			(L) cm	(b) cm	(h) cm		
1	1%	28	45	15	15	2528.86	50.58
2	1%	28	45	15	15	2547.21	50.94
3	1%	28	45	15	15	2515.60	50.31
4	1%	28	45	15	15	2552.31	51.05
5	1%	28	45	15	15	2545.88	50.92
6	1%	28	45	15	15	2579.84	51.60
7	1%	28	45	15	15	2547.21	50.94
8	1%	28	45	15	15	2526.82	50.54
9	1%	28	45	15	15	2521.72	50.43
10	1%	28	45	15	15	2559.45	51.19

Tabla 22

Media y desviación estándar

Flexión de vigas		
N	Válido	10
	Perdidos	0
Media		50.8498
Desviación estándar		0,390

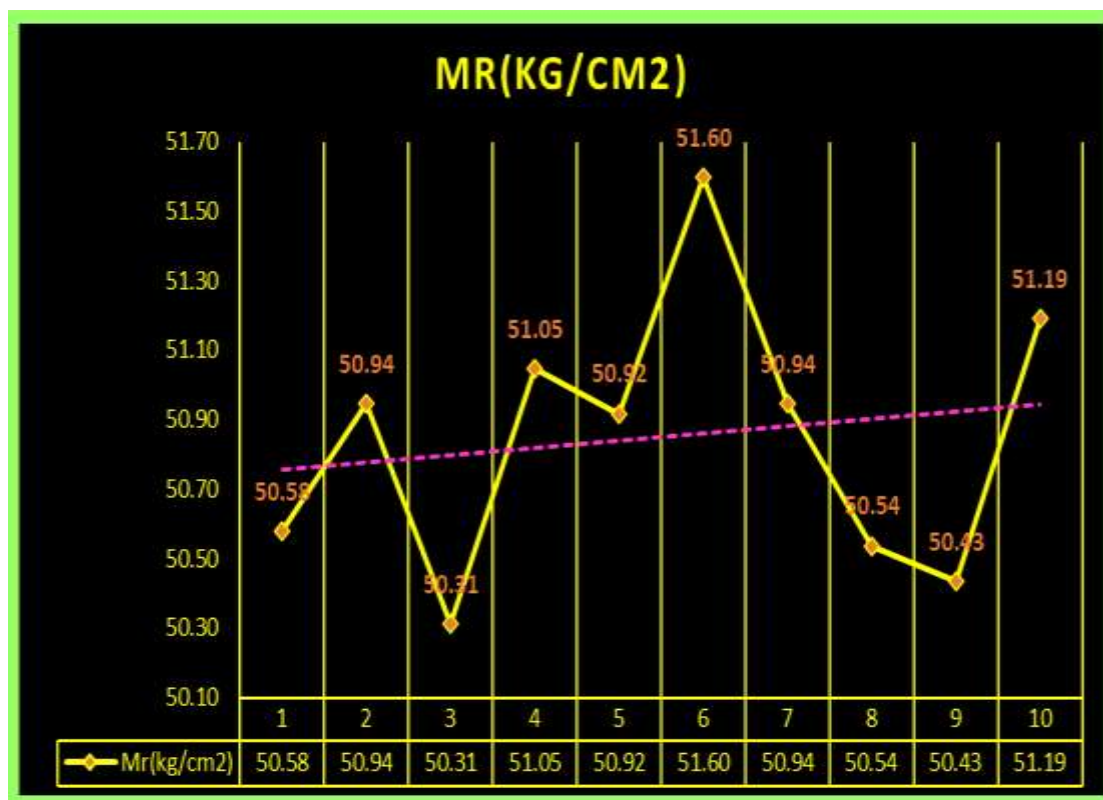
Interpretación

Los resultados a la flexión de vigas al vigésimo octavo día del grupo experimental al 1% de caucho tipo reciclado, donde la media es 50.8498

kgf/cm²; y la desviación estándar es de 0.390 kgf/cm² que nos indica la flexión puede estar por encima o debajo de dicho valor.

Figura 9

Resultados de laboratorio al 1% de caucho tipo reciclado al día 28



Nota. En la figura se muestra resultados obtenidos durante el proceso del ensayo a flexión donde el mínimo valor es 50.31 kgf/cm² y el máximo valor 51.60 kgf/cm², demostrando la cercanía de los valores al momento de realizar el ensayo.

Tabla 23

Resistencia a la flexión al 3% con caucho de tipo reciclado al séptimo día

MUESTRA	% CAUCHO REICLADO	EDAD (Días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁX. (Kg)	Mr(kg/cm ²)
			(L) cm	(b) cm	(h) cm		
1	3%	7	45	15	15	1752.86	35.06
2	3%	7	45	15	15	1690.66	33.81
3	3%	7	45	15	15	1735.53	34.71
4	3%	7	45	15	15	1774.28	35.49
5	3%	7	45	15	15	1720.23	34.40
6	3%	7	45	15	15	1710.04	34.20
7	3%	7	45	15	15	1697.19	33.94
8	3%	7	45	15	15	1734.51	34.69
9	3%	7	45	15	15	1754.90	35.10
10	3%	7	45	15	15	1731.45	34.63

Tabla 24

Resistencia a la flexión al 3% con caucho de tipo reciclado al décimo cuarto día.

MUESTRA	% CAUCHO REICLADO	EDAD (Días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁX. (Kg)	Mr(kg/cm ²)
			(L) cm	(b) cm	(h) cm		
1	3%	14	45	15	15	2284.13	45.68
2	3%	14	45	15	15	2291.27	45.83
3	3%	14	45	15	15	2332.05	46.64
4	3%	14	45	15	15	2290.25	45.80
5	3%	14	45	15	15	2230.08	44.60
6	3%	14	45	15	15	2346.33	46.93
7	3%	14	45	15	15	2318.80	46.38
8	3%	14	45	15	15	2239.97	44.80
9	3%	14	45	15	15	2348.37	46.97
10	3%	14	45	15	15	2325.94	46.52

Tabla 25

Resistencia a la flexión al 3% con caucho de tipo reciclado al vigésimo octavo día.

MUESTRA	% CAUCHO REICLADO	EDAD (Días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁX. (Kg)	Mr(kg/cm ²)
			(L) cm	(b) cm	(h) cm		
1	3%	28	45	15	15	2685.89	53.72
2	3%	28	45	15	15	2665.50	53.31
3	3%	28	45	15	15	2637.96	52.76
4	3%	28	45	15	15	2642.04	52.84
5	3%	28	45	15	15	2648.16	52.96
6	3%	28	45	15	15	2681.81	53.64
7	3%	28	45	15	15	2699.15	53.98
8	3%	28	45	15	15	2702.21	54.04
9	3%	28	45	15	15	2690.99	53.82
10	3%	28	45	15	15	2700.47	54.01

Tabla 26

Media y desviación estándar

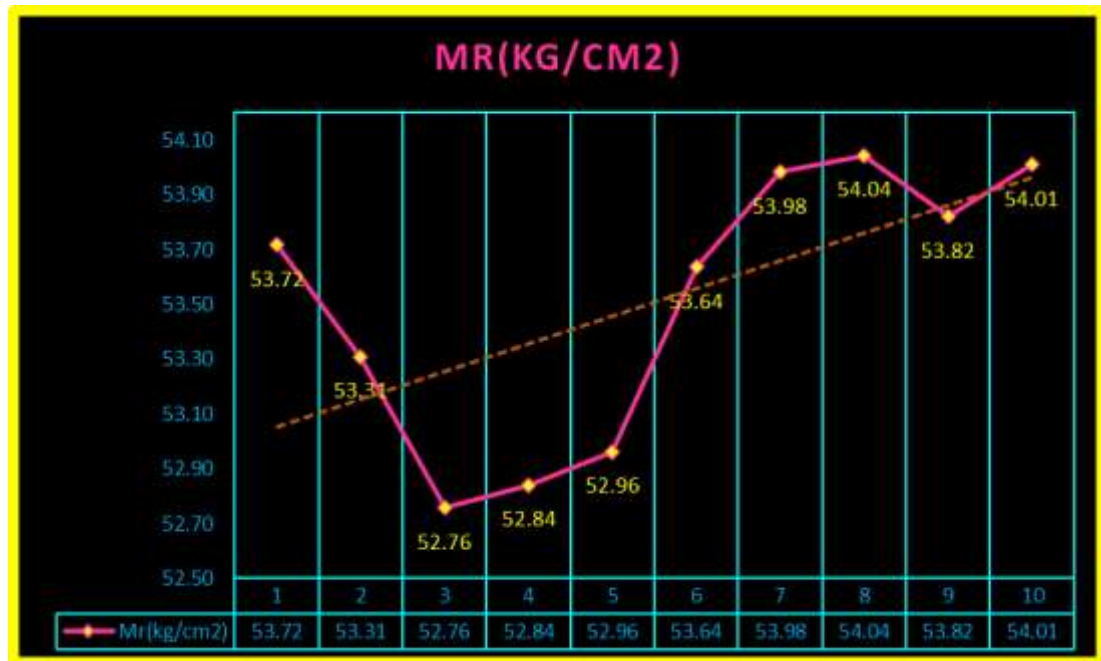
Flexión de vigas		
N	Válido	10
	Perdidos	0
Media		53.5083
Desviación estándar		0,502

Interpretación

Las resultas a flexión de vigas al vigésimo octavo día del grupo experimental al 3% de caucho tipo reciclado, donde la media es 53.5083 kgf/cm²; se obtuvo una desviación estándar con valor de 0.502 kgf/cm² que nos indica la flexión puede estar por encima o debajo de dicho valor.

Figura 10

Resultados de laboratorio al 3% de caucho tipo reciclado al día 28



Nota. En la figura muestra resultados obtenidos durante el proceso del ensayo a flexión donde el mínimo valor es 52.76 kgf/cm² y el máximo valor 54.04 kgf/cm², demostrando la cercanía de los valores al instante de realizar la prueba.

Tabla 27

Resistencia a la flexión al 5% con caucho de tipo reciclado al séptimo día.

MUESTRA	% CAUCHO REICLADO	EDAD (Días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁX. (Kg)	Mr(kg/c m ²)
			(L) cm	(b) cm	(h) cm		
1	5%	7	45	15	15	1790.59	35.81
2	5%	7	45	15	15	1837.50	36.75
3	5%	7	45	15	15	1823.22	36.46
4	5%	7	45	15	15	1810.99	36.22
5	5%	7	45	15	15	1797.73	35.95
6	5%	7	45	15	15	1765.10	35.30
7	5%	7	45	15	15	1765.10	35.30
8	5%	7	45	15	15	1789.57	35.79
9	5%	7	45	15	15	1822.20	36.44
10	5%	7	45	15	15	1817.31	36.35

Tabla 28

Resistencia a la flexión al 5% con caucho de tipo reciclado al décimo cuarto día.

MUESTRA	% CAUCHO REICLADO	EDAD (Días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁX. (Kg)	Mr(kg/c m ²)
			(L) cm	(b) cm	(h) cm		
1	5%	14	45	15	15	2349.39	46.99
2	5%	14	45	15	15	2396.30	47.93
3	5%	14	45	15	15	2387.12	47.74
4	5%	14	45	15	15	2332.05	46.64

5	5%	14	45	15	15	2311.66	46.23
6	5%	14	45	15	15	2392.22	47.84
7	5%	14	45	15	15	2348.37	46.97
8	5%	14	45	15	15	2352.45	47.05
9	5%	14	45	15	15	2342.25	46.85
10	5%	14	45	15	15	2338.58	46.77

Tabla 29

Resistencia a la flexión al 5% con caucho de tipo reciclado al vigésimo octavo día.

MUESTRA	% CAUCHO REICLADO	EDAD (Días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁX. (Kg)	Mr(kg/cm ²)
			(L) cm	(b) cm	(h) cm		
1	5%	28	45	15	15	2739.93	54.80
2	5%	28	45	15	15	2746.15	54.92
3	5%	28	45	15	15	2760.33	55.21
4	5%	28	45	15	15	2759.31	55.19
5	5%	28	45	15	15	2744.01	54.88
6	5%	28	45	15	15	2783.78	55.68
7	5%	28	45	15	15	2749.42	54.99
8	5%	28	45	15	15	2731.16	54.62
9	5%	28	45	15	15	2751.86	55.04
10	5%	28	45	15	15	2739.93	54.80

Tabla 30

Media y desviación estándar

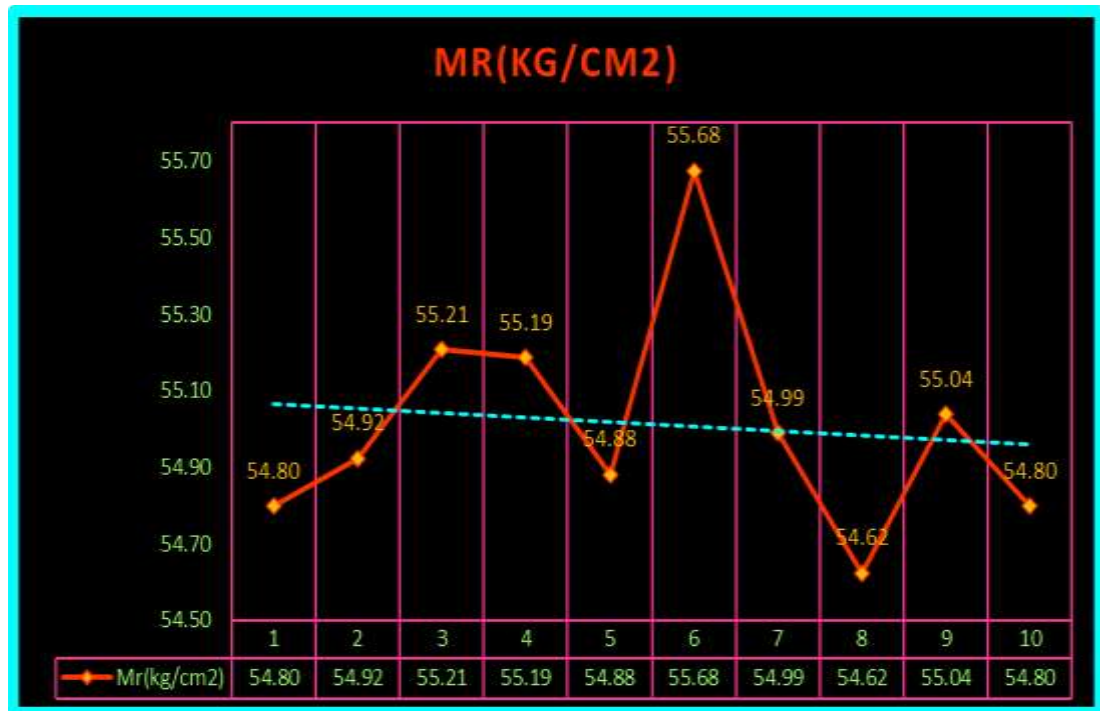
Flexión de vigas		
N	Válido	10
	Perdidos	0
Media		55.0118
Desviación estándar		0,294

Interpretación

Los alcances de la flexión de vigas al vigésimo octavo día del grupo experimental al 5% de caucho tipo reciclado, donde la media es 55.0118 kgf/cm²; obteniendo la desviación estándar con valor de 0.294 kgf/cm² que nos indica la flexión puede estar por encima o debajo de dicho valor.

Figura 11

Resultados de laboratorio al 5% de caucho tipo reciclado al día 28



Nota. En la figura muestra resultados obtenidos durante el proceso del ensayo a flexión donde el mínimo valor es 54.62 kgf/cm² y el máximo valor 55.68 kgf/cm², demostrando la cercanía de los valores al momento de realizar el ensayo.

4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

➤ Hipótesis general

HG: Existe mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

H0: No existe mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

Tabla 31

Comparación de resultados del grupo patrón y experimentales

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL GRUPO PATRON Y PROMEDIO CON CAUCHO REICLADO AL 1%, 3% Y 5%		
MUESTRA	Mr(kg/cm ²)	
	PATRON	PROMEDIO DE 1%, 3% Y 5%
1	49.05	53.03

2	50.45	53.06
3	49.56	52.76
4	50.37	53.02
5	49.63	52.92
6	49.27	53.64
7	50.40	53.31
8	49.33	53.07
9	50.35	53.10
10	49.29	53.33

Figura 12

Comparación de las flexiones obtenidos en laboratorio



Nota. La figura muestra la comparación de la resistencia a flexión de los grupos de estudio.

Tabla 32

Comparación de resultados sometidos a flexión del grupo patrón y el promedio del grupo al 1%, 3% y 5% con caucho de tipo reciclado

COMPARACIÓN DE RESULTADOS A LA FLEXIÓN				
			Estadístic o	Desv. Error
GRUPO PATRÓN	Media		49.7699	,03463
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	49,7589	
		Límite superior	48,7762	
	Desviación estándar		,55994	
	Mínimo		49,05	
	Máximo		50,45	
	Media		53,1233	,02846

PROMEDIO DEL GRUPO AL 1%, 3% Y 5% CON CAUCHO RECICLADO	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	53,1154
		Límite superior	53,1258
	Desviación estándar		,24488
	Mínimo		52,76
	Máximo		53,64

Tabla 33

Pruebas de normalidad de los grupos de estudio

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GRUPO PATRÓN	,161	10	,200*	,958	10	,321
PROMEDIO DEL GRUPO AL 1%, 3% Y 5% CON CAUCHO RECICLADO	,168	10	,200*	,937	10	,326

Interpretación

En la investigación se empleó la prueba SHAPIRO – WILK, porque se examinaron menos de 50 muestras, las cuales cumplieron con la normalidad (Para el $p = 0.321$) para la medición del grupo patrón, y ($p = 0.326$) para el promedio del grupo al 1%, 3% y 5% con caucho de tipo reciclado. ($Gl: 10; p \geq 0.05$).

Tabla 34

Prueba “t” evaluada en las muestras relacionadas.

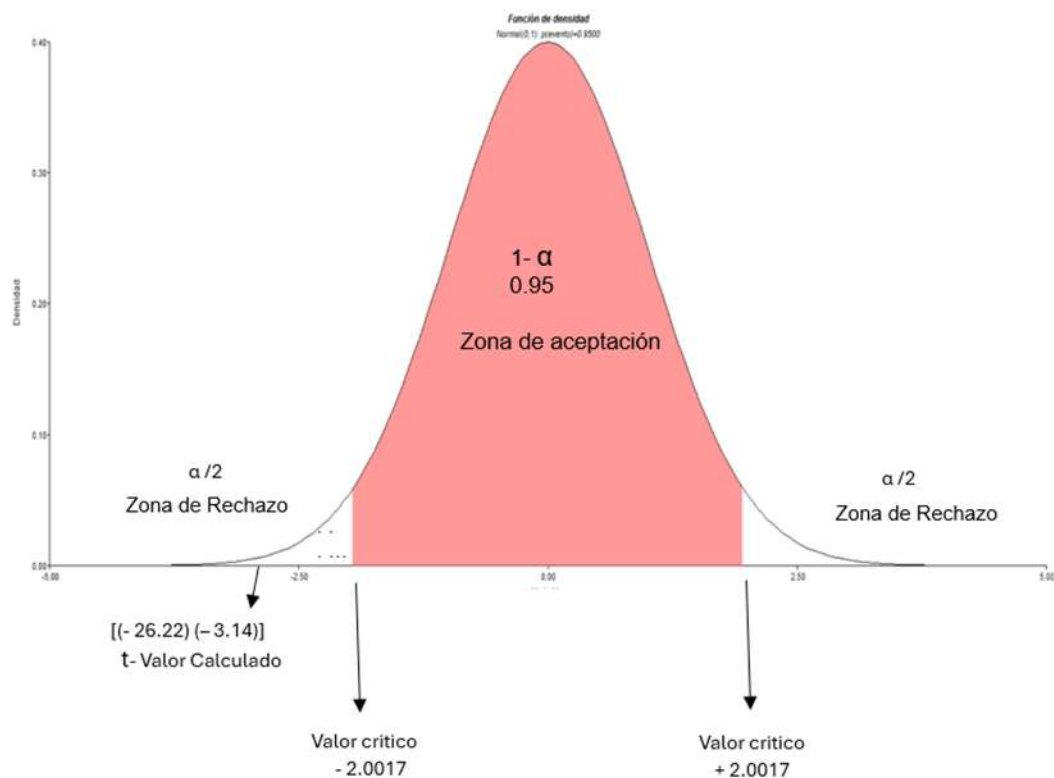
Prueba de muestras emparejadas							
Diferencias emparejadas							
				95% de intervalo de confianza de la diferencia			
	Desv.	Error					Sig.
Media	Desviación	promedio		Inferior	Superior	t	gl (bilateral)

GRUPO										
PATRÓN	--									
PROMEDIO										
DEL GRUPO	-									
AL 1%, 3% Y 5%	1,26243	,13438	,02452	1,76434	1,81534	26,234	40	,001		
CON										
CAUCHO										
RECICLADO										

La prueba “t” aplicada a las muestras revela una diferencia significativa entre la media del grupo patrón y del promedio del grupo al 1%, 3% y 5% con caucho de tipo reciclado ($t = -26.234$, $p = 0.001 < 0.05$). Así, se adopta la siguiente hipótesis: para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados provenientes de la cantera de Andabamba, Huánuco - 2023, se demuestra que el caucho de tipo reciclado mejora significativamente la resistencia de las vigas de concreto a la flexión

Figura 13

Prueba de hipótesis de las variables de Estudio



La figura muestra, con un nivel de significancia (α) 0.05, los valores del t calculado que se encuentran entre (-3.14) y (-26.22) y el valor crítico (-2.0017) , lo que indica que los valores del t calculado se encuentran la zona de rechazo.

Decisión

Se contradice la hipótesis nula H_0 y se admite la hipótesis alterna H_a

Interpretación

Existe mejora significativa en la resistencia de vigas de concreto a la flexión elaborado con caucho tipo reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

➤ Hipótesis específica 1

HE1: Hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 1% de caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

HE1o: No hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 1% de caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

Tabla 35

Comparación de resultados del grupo patrón y experimentales

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL GRUPO PATRON Y CON CAUCHO RECICLADO AL 1%		
MUESTRA	Mr(kg/cm ²)	
	PATRÓN	1%
1	49.05	50.58
2	50.45	50.94
3	49.56	50.31
4	50.37	51.05
5	49.63	50.92
6	49.27	51.60
7	50.40	50.94
8	49.33	50.54
9	50.35	50.43
10	49.29	51.19

Figura 14

Comparación de las flexiones obtenidos en laboratorio



Nota. La figura muestra el cotejo de la resistencia a flexión de los grupos estudiados.

Tabla 36

Comparación de resultados a la flexión del grupo patrón y del grupo al 1% con caucho tipo reciclado

COMPARACIÓN DE RESULTADOS A LA FLEXIÓN			
		Estadístico	Desv. Error
GRUPO PATRÓN	Media	49,7699	,03463
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	49,7589
		Límite superior	48,7762
	Desviación estándar	,55994	
	Mínimo	49,05	
	Máximo	50,45	
PROMEDIO DEL GRUPO AL 1% CON CAUCHO RECICLADO	Media	50,8498	,02643
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	50,8414
		Límite superior	50,8503
	Desviación estándar	,38994	
	Mínimo	50,31	
	Máximo	51,60	

Tabla 37

Pruebas de normalidad de los grupos de estudio

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GRUPO PATRÓN	,161	10	,200*	,958	10	,321
PROMEDIO DEL GRUPO AL 1% CON CAUCHO RECICLADO	,167	10	,200*	,937	10	,325

Interpretación

En la investigación se empleó el ensayo: SHAPIRO – WILK, ya que se examinaron muestras menos de 50, las cuales cumplieron con la normalidad (Para el $p = 0.321$) para la medición del grupo patrón, y ($p = 0.325$) para el grupo al 1% con caucho tipo reciclado. ($Gl: 10; p \geq 0.05$).

Tabla 38

Prueba "t" evaluada en las muestras relacionadas

Prueba de muestras emparejadas								
Diferencias emparejadas								
	Media	Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
GRUPO PATRÓN --	-							
GRUPO AL 1% CON CAUCHO RECICLADO	1,26276	,13374	,02643	1,83841	1,88642	58,328	10	,003

La prueba t aplicada a las muestras revela una diferencia significativa entre la media del grupo patrón y del promedio del grupo al 1% con caucho tipo reciclado ($t=-58.328$, $p = 0.003 < 0.05$). Por lo que se toma la hipótesis donde se demuestra que hay mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con un 1% de caucho tipo reciclado para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados provenientes de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

➤ **Hipótesis específica 2**

HE2: Hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3% de caucho reciclado para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

HE2: No hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3% de caucho reciclado para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

Tabla 39

Comparación de resultados del grupo patrón y experimentales

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL GRUPO PATRON Y CON CAUCHO RECICLADO AL 3%		
MUESTRA	Mr(kg/cm²)	
	PATRÓN	3%
1	49.05	53.72
2	50.45	53.31
3	49.56	52.76
4	50.37	52.84
5	49.63	52.96
6	49.27	53.64
7	50.40	53.98
8	49.33	54.04
9	50.35	53.82
10	49.29	54.01

Figura 15

Comparación de las flexiones obtenidos en laboratorio



Nota. La figura muestra la comparación de la resistencia a flexión de los grupos de estudio.

Tabla 40

Comparación de resultados a la flexión del grupo patrón y del grupo al 3% con caucho tipo reciclado

COMPARACIÓN DE RESULTADOS A LA FLEXIÓN			
		Estadístico	Desv. Error
GRUPO PATRÓN	Media	49.7699	,03463
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	49,7589
		Límite superior	48,7762
	Desviación estándar		,55994
	Mínimo		49,05
	Máximo		50,45
PROMEDIO DEL GRUPO AL 3% CON CAUCHO RECICLADO	Media	53,5083	,02763
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	53,5072
		Límite superior	53,5103
	Desviación estándar		,50152
	Mínimo		52,76
	Máximo		54,04

Tabla 41

Pruebas de normalidad de los grupos de estudio

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GRUPO PATRÓN	,161	10	,200*	,958	10	,321
PROMEDIO DEL GRUPO AL 3%CON CAUCHO RECICLADO	,172	10	,200*	,937	10	,334

Interpretación

La prueba que manejó el estudio fue de: SHAPIRO – WILK, puesto que las muestras evaluadas son inferiores de 50, cumpliendo con la normalidad (Para el $p=0.321$) para la medición del grupo patrón, y ($p=0.334$) para el grupo al 3% con caucho tipo reciclado. ($Gl: 10; p \geq 0.05$).

Tabla 42

Prueba "t" evaluada en las muestras relacionadas

Prueba de muestras emparejadas								
Diferencias emparejadas								
		Desv.	Desv. Error	95% de intervalo de confianza de la diferencia				Sig.
Media		Desviación	promedio	Inferior	Superior	t	gl	(bilateral)
GRUPO PATRÓN --								
-				-	-	-		
GRUPO AL 3% CON CAUCHO RECICLADO		1,23459	,16492	,02143	1,84723	1,86431	59,764	10 ,001

La prueba t evaluada en las muestras señalan que sí existe significancia entre la media del grupo patrón y del grupo al 3% con caucho tipo reciclado ($t=-59.764$, $p = 0.001 < 0.05$). Por lo que se toma la hipótesis donde se demuestra que hay mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3% de caucho tipo reciclado para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados provenientes de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

➤ **Hipótesis específica 3**

HE3: Hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 5% de caucho reciclado para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

HE3: No hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 5% de caucho reciclado para un $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

Tabla 43

Comparación de resultados del grupo patrón y experimentales

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL GRUPO PATRÓN Y CON CAUCHO RECICLADO AL 5%		
MUESTRA	Mr(kg/cm ²)	
	PATRÓN	5%
1	49.05	54.80
2	50.45	54.92
3	49.56	55.21
4	50.37	55.19
5	49.63	54.88
6	49.27	55.68
7	50.40	54.99
8	49.33	54.62
9	50.35	55.04
10	49.29	54.80

Figura 16

Comparación de las flexiones obtenidos en laboratorio



Nota. La figura muestra el cotejo de la resistencia a flexión de los grupos de estudio.

Tabla 44

Comparación de resultados a la flexión del grupo patrón y del grupo al 5% con caucho tipo reciclado

COMPARACIÓN DE RESULTADOS A LA FLEXIÓN			
		Estadístico	Desv. Error
GRUPO PATRÓN	Media	49.7699	,03463
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	49,7589
		Límite superior	48,7762
	Desviación estándar		,55994
	Mínimo		49,05
	Máximo		50,45
PROMEDIO DEL GRUPO AL 5% CON CAUCHO RECICLADO	Media	55,0118	,02877
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	55,0107
		Límite superior	55,0213
	Desviación estándar		,50152
	Mínimo		54,62
	Máximo		55,68

Tabla 45

Pruebas de normalidad de los grupos de estudio

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GRUPO PATRÓN	,161	10	,200*	,958	10	,321
PROMEDIO DEL GRUPO AL 5% CON CAUCHO RECICLADO	,181	10	,200*	,937	10	,363

Interpretación

La prueba que manejó el estudio fue: SHAPIRO – WILK, ya que las muestras a evaluación son inferiores de 50, cumpliendo con la normalidad (Para el $p = 0.321$) para la medición del grupo patrón, y ($p = 0.363$) para el grupo al 5% con caucho tipo reciclado. ($Gl: 10; p \geq 0.05$).

Tabla 46

Prueba "t" evaluada en las muestras relacionadas

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Desv.	Desv.	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación	Error					
GRUPO PATRÓN	--	-							
GRUPO AL 5% CON CAUCHO RECICLADO		1,27462	,16341	,02641	1,85428 1,88534	59,934	10	,001	

La prueba t evaluada en las muestras señala que sí existe significancia entre la media del grupo patrón y del grupo al 5% con caucho tipo reciclado ($t = -59.934$, $p = 0.001 < 0.05$). Por lo que se toma la hipótesis donde se demuestra que hay mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con un 5% de caucho tipo reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- Los resultados conseguidos a través de pruebas de laboratorio con respecto a la resistencia a la flexión de vigas elaborados con material de la cantera de Andabamba y con añadidura de caucho tipo reciclado al 1%, 3% y 5% fueron en promedio 50.85 kg/cm², 53.51 kg/cm² y 55.01 kg/cm², superando al grupo patrón que en promedio obtuvo 49.77 kg/cm²; estos resultados concuerdan con los de Giraldo (2019) que obtuvo resultados con añadidura de caucho tipo reciclado en un 10% de 213.3 kg/cm² y en 20% un 183.4 kg/cm² demostrando que hay una mejora al añadir caucho tipo reciclado así mismo supera a las muestras patrón; también con concuerda con Bonifacio (2021) donde al incorporar al 5 %, 10% y 20% fibras sintéticas sus vigas sometidas flexión obtiene resultados de 45.62 kg/cm², 37.15 kg/cm² y 37.15 kg/cm², demostrando que hay una mejora con respecto a su grupo patrón; de la misma manera se concuerda con Huánuco (2021) cuyo resultados con añadidura de caucho tipo reciclado en un (3, 7 y 10) % son (41.33 - 45 - 52) kg/cm², demostrando que es mejor mientras más sea su adición; así mismo concuerda con García (2020) donde sus resultados del concreto con añadidura de caucho tipo granulado en un (cinco, diez y quince) %, en el ensayo de la resistencia a la flexión obtuvo (25 - 26 - 24) kg/cm², demostrando un incremento significativo con respecto a sus muestras patrón; pero también discrepa con Ospina (2021) que la resistencia a la flexión del concreto con inclusión de (10,20 y 30) % de caucho obtuvo como resultados de (2,07 – 1,94 – 1,71) MPa, demostrando ser inferior de sus muestras patrón, así como también discrepa con Pacheco y Ticlo (2020) que con inclusión de caucho en forma de fibras en un 3, 5 y 7% sometidos al ensayo de resistencia a la flexión se obtuvieron una resistencia en promedio de (58 - 49.3 – 40.7) kg/cm² demostrando ser inferior que sus muestras patrón.

CONCLUSIONES

- La integración de caucho tipo reciclado en la combinación de concreto ha demostrado un aumento significativo en la resistencia de las vigas de concreto a flexión. Esta investigación sugiere que el caucho reciclado puede servir como refuerzo útil para aumentar la resistencia del hormigón a las tensiones de flexión.
- Las vigas de concreto con caucho reciclado mostraron una mayor ductilidad en paralelo con las vigas de concreto de tipo tradicional. Lo que indica que las vigas son más capaces de deformarse bajo cargas antes de fallar, lo que contribuye a una mejor absorción de energía y una mayor resistencia a impactos y vibraciones.
- La utilización del caucho tipo reciclado no solo mejora en el concreto las propiedades mecánicas, sino que además ofrece beneficios ambientales significativos. Al reutilizar caucho de desecho, se reduce la cantidad de residuos en los vertederos y se promueve una economía circular en la construcción.
- La investigación identificó que la proporción óptima de caucho reciclado debe ser cuidadosamente controlada. Excesivas cantidades de caucho pueden llevar a un descenso de otras características mecánicas del concreto, como la fuerza de compresión. Por lo tanto, es crucial encontrar un balance adecuado que maximice los beneficios.
- La incorporación de caucho reciclado puede resultar en una reducción de costos en la producción de concreto, especialmente en regiones donde el caucho de desecho está ampliamente disponible y es económico. Esto puede hacer que la construcción sea más asequible y sostenible.
- Aunque los resultados son prometedores, se recomienda ejecutar investigaciones adicionales en periodo de tiempo largo para evaluar la durabilidad y cómo se comporta el concreto con caucho reciclado bajo

diversas condiciones ambientales y de carga. Esto ayudará a confirmar la viabilidad de su uso en aplicaciones estructurales a gran escala.

- Los hallazgos de esta investigación pueden servir como base para la actualización de normas y regulaciones de construcción, promoviendo el uso de materiales reciclados y sostenibles en la industria.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más investigaciones para determinar las proporciones ideales de caucho tipo reciclado y mezcla de concreto y analizar los efectos de diferentes concentraciones sobre la resistencia a la flexión ayudará a lograr el equilibrio ideal entre rendimiento estructural y sostenibilidad.
- Dado que el caucho reciclado puede experimentar cambios en sus propiedades con el tiempo, se sugiere realizar pruebas a largo plazo para evaluar la durabilidad de las vigas. Esto incluye la resistencia a la degradación, la influencia de condiciones climáticas y la resistencia al envejecimiento.
- Es importante realizar un análisis detallado de los costos asociados con la implementación de caucho reciclado en comparación con métodos de construcción convencionales. Considerar no solo los costos iniciales, sino también los beneficios a largo plazo en términos de sostenibilidad y reducción de residuos.
- Explorar la posibilidad de agregar aditivos mejoradores para optimizar las propiedades que posee el caucho tipo reciclado en la mezcla. Esto podría incluir modificadores químicos o materiales que mejoren la adherencia del caucho al hormigón y, por ende, la resistencia a flexión.
- Para evaluar el impacto ambiental completo del empleo de caucho reciclado en la construcción, realice un estudio del ciclo de vida. Esto ayudará a comprender mejor las implicaciones ambientales y a respaldar la toma de decisiones informada en términos de sostenibilidad.
- Investigar y colaborar con empresas locales o programas de reciclaje para asegurar un suministro sostenible y local de caucho reciclado. Esto no solo puede reducir costos logísticos, sino también fortalecer la relación con la comunidad.

- Promover la concientización sobre los beneficios del uso de caucho reciclado en la construcción a través de la difusión de los resultados del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (s/f). *Tecnología del Concreto*. San Marcos. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://hebmerma.com/wp-content/uploads/2020/11/TECNOLOGIA-DEL-CONCRETO-Ing.-Flavio-Abanto-Castillo-1.pdf
- Bonifacio Cuzqui, R. C. (2021). *Evaluación de la resistencia a compresión y flexión del concreto incorporando fibras sintéticas de neumáticos - Huánuco 2020 [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/6426>
- Criollo Salamea, A. X. (2014). *Caracterización de caucho reciclado proveniente de SCRAP y de neumáticos fuera de uso para su potencial aplicación como materia prima [Tesis de Pregrado, Universidad Politecnica Slesiana]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6770>
- E.060. (2009). *E.060 CONCRETO ARMADO*. Ministerio de viviendas, Construcción y Saneamiento. Obtenido de https://www.controlmixexpress.com/docs/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf
- Espinoza Anaya, G. D. (2008). *Validación del proceso productivo del caucho en base a ensayos de dureza [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/322>
- Fuentes Carrera, D. M. (2014). *Obtención de láminas impermeables a partir de caucho reciclado utilizando resina de mortero de uretano [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2874>
- Gamboa Armijo, P. F. (2017). *Comparación del comportamiento de viga armada con modificaciones en la colocación de los aceros transversales vs una típicamente armada para el mejoramiento ante esfuerzos de corte y flexión [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica*

- de Ambato]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26588>
- García Vasquez, M. A. (2020). *Influencia de la adición de caucho granulado en 5%, 10% y 15% en la resistencia a compresión y flexión del concreto para la utilización en obras de ingeniería, Lima 2020 [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/25034>
- Giraldo Antunez, J. G. (2019). *Resistencia a la compresión y flexión de concreto con 10% y 20% de fibras de caucho reciclado [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/14307>
- Gutierrez Jimenez, M. A., & Vizarreta Valenzuela, M. E. (2021). *Incremento del módulo de rotura por flexo tracción de losas de concreto hidráulico empleando fibras de acero provenientes de neumáticos reciclados para uso como losas en pavimentos [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/656618>
- Huanuco Hidalgo, D. L. (2021). *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de caucho reciclado, Pasco 2021 [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/95541>
- Kohler, A. (2012). *Aprovechamiento del caucho silvestre por las comunidades nativas en la selva amazónica del Perú*. Industria Gráfica Algraf S.A.C.
- Mallqui Antialón, A. (2008). *Caucho natural reforzado con biomásas renovables [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Callao]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12952/390>
- NTP 334.001. (2001). *Cementos. Definiciones y nomenclatura*. INDECOPI. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/428345536/Ntp-334-001-Cemento-Definiciones>
- NTP 339.059. (2011). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas, obtención y*

- ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto.* INDECOPI. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-los-angeles-de-chimbote/concreto-armado-i/ntp-339059-2011-norma-tecnica-peruana-para-ensayos-de-diamantina/21667543>
- NTP 339.078. (2012). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.* INDECOPI. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-ingenieria/ingenieria-civil/ntp-339078-ensayo-de-flexion/31211430>
- NTP 400.011. (2008). *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).* INDECOPI. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/438211081/NTP-400-011>
- NTP 400.037. (2018). *Agregados. Agregados para concreto. Requisitos.* INICAL. Obtenido de file:///C:/Users/Kevin/Downloads/pdf-ntp-4000372018_compress.pdf
- Ospina Garcia, M. A. (2021). *Análisis de concreto adicionado con residuos de llanta de caucho para la elaboración de prefabricados para urbanismo [Tesis de Pregrado, Universidad Militar Nueva Granada].* Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/38544>
- Pacheco Ylla, G. M., & Ticlo Huaman, S. F. (2020). *Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto, adicionando fibras de caucho de neumáticos reciclados, Lima 2019 [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo].* Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/52463>
- Palet Casas, A. (2002). *Tratado de pintura. Color, pigmentos y ensayo.* Barcelona: Universitat de Barcelona. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Tratado_de_pintura_Color_pigmentos_y_ens/sybA8tNocUoC?hl=es&gbpv=1&dq=aglutinante&pg=PA39&printsec=frontcover
- Penagos Rubiano, D. F. (2017). *Propuesta de mejora para el proceso de fabricación de empaques de caucho natural en industrias jolferb [Tesis*

de Pregrado, Fundación Universidad de América]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.11839/6587>

Porrero S., J., Ramos R., C., Grases G., J., & J. Velazco, G. (2014). *Manual del concreto estructural*. PAG Marketing Soluciones. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://pe56d.s3.amazonaws.com/p193k6ak6nqf8199a17uh1ukueue9.pdf>

Rojas Dianderas, A. L. (2020). *Influencia a la resistencia a flexión en vigas de concreto con adición de viruta de acero*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/2147>

Sanchez de Guzman, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=EWq-QPJhsRAC&printsec=frontcover&dq=CONCRETO&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Gargate Támara, O. (2024). *Evaluación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con caucho reciclado para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco - 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN $f'c = 210$ KG/CM² CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO – 2023”

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL: ¿Cuál es la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con caucho reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023? PROBLEMAS ESPECÍFICOS: • ¿Cuál es la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 1% de caucho reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023? • ¿Cuál es la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3% de caucho reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023?	OBJETIVO GENERAL: Determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con caucho reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023. OBJETIVOS ESPECIFICOS: • Determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 1% de caucho reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023. • Determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3% de caucho reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023. • Determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 5% de caucho	HIPÓTESIS GENERAL: Existe mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con caucho reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023. HIPÓTESIS ESPECIFICA: • Hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 1% de caucho reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023. • Hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3% de caucho reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023. • Hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de	TIPO DE INVESTIGACIÓN: ENFOQUE: Cuantitativo ALCANCE: Aplicativo DISEÑO: Cuasi experimental POBLACION: Está representada por 120 vigas de concreto donde una parte será hecha con concreto convencional y otra a los cuales se le incorporará caucho reciclado. MUESTRA: Se tomará 10 especímenes de Vigas a diferente edad y también según el porcentaje de caucho reciclado que se le incorporará.

¿Cuál es la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 5% de caucho reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023?	reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm ² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.	concreto hecho con un 5% de caucho reciclado para un $f'c = 210$ kg/cm ² con agregados de la cantera de Andabamba, Huánuco – 2023.	Variables: V.D.= Resistencia a la flexión de vigas de concreto. V.I.= Caucho reciclado.
--	--	---	--

MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



ANEXO 3

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	
SOLICITA:	BACH. GARGATE TÁMARA, OSÍAS FLADMIRO
FECHA:	
EQUIPO:	PRESA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECIMENES			CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	Mr(kg/cm ²)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1										
M-2										
M-3										
M-4										
M-5										
M-6										
M-7										
M-8										
M-9										
M-10										

PROMEDIO

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

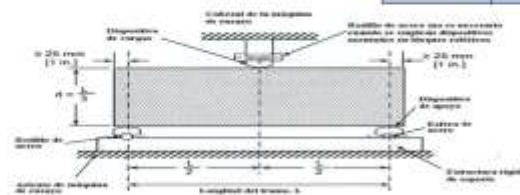
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L: Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



AQUINO GARCIA KEVIN IDOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Jaramila Palcos Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 219968

ANEXO 4

RESULTADOS DE LABORATORIO



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	02/10/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	02/10/2023

AGREGADO FINO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	28.50	28.50	28.50
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	316.50	292.50	308.80
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	310.80	282.30	294.90
D	Peso muestra Húmeda - Ph (g), D = B - A	288.00	264.00	280.30
E	Peso muestra Seca - Ps (g), E = C - A	282.30	253.80	266.40
F	Peso del Agua (g), F = B - C	5.70	10.20	13.90
G	Contenido de Humedad (W%) = $\frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$	2.02%	4.02%	5.22%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		3.75%		

AGREGADO GRUESO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	28.50	28.50	28.50
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	242.40	223.70	267.20
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	239.90	222.30	265.10
D	Peso muestra Húmeda - Ph (g), D = B - A	213.90	195.20	238.70
E	Peso muestra Seca - Ps (g), E = C - A	211.40	193.80	236.60
F	Peso del Agua (g), F = B - C	2.50	1.40	2.10
G	Contenido de Humedad (W%) = $\frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$	1.18%	0.72%	0.89%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		0.93%		

 **MONTAÑA**
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS


Ing. Samuel Jacinto Polanco Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

 N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



GRANULOMETRÍA

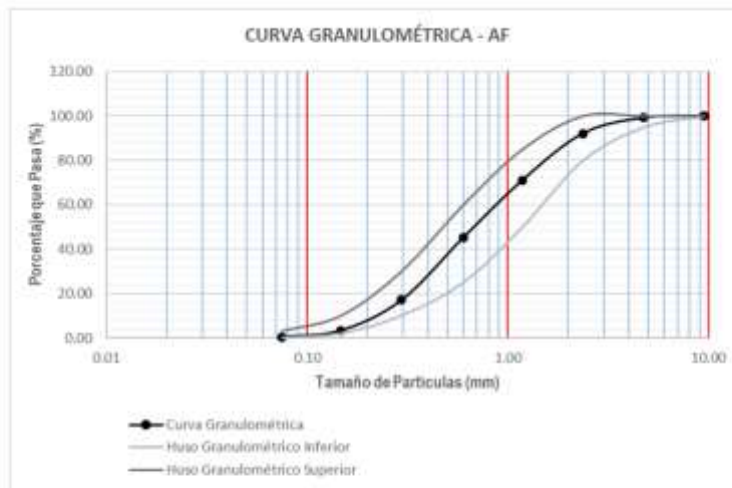
ENSAYO	GRANULOMETRÍA		
NORMA	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	02/10/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	02/10/2023

AGREGADO FINO		PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)			1.000.00 gr		
TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)				ARENA	ESPECIFICACIÓN	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	8.70	0.87	0.87	99.13	95	100
N° 8	2.36	70.60	7.06	7.93	92.07	80	100
N° 16	1.18	209.80	20.99	28.92	71.08	50	85
N° 30	0.60	257.90	25.80	54.71	45.29	25	60
N° 50	0.30	281.60	28.17	82.88	17.12	10	30
N° 100	0.15	137.10	13.71	96.59	3.41	2	10
N° 200	0.075	29.40	2.94	99.53	0.47	0	3
FONDO		4.65	0.47	100.00	0.00		
		999.75	100.00				

Error: 0.0250%

Ensayo Aceptado

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



AGUIRRE GARCIA REVIN JHOEL
ING. LABORATORISTA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Palcos Pardease
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

N° 173 - Jr. Las Fresas - Píllcomarca - Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com

962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



GRANULOMETRÍA

ENSAYO	GRANULOMETRÍA		
NORMA	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	02/10/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	02/10/2023

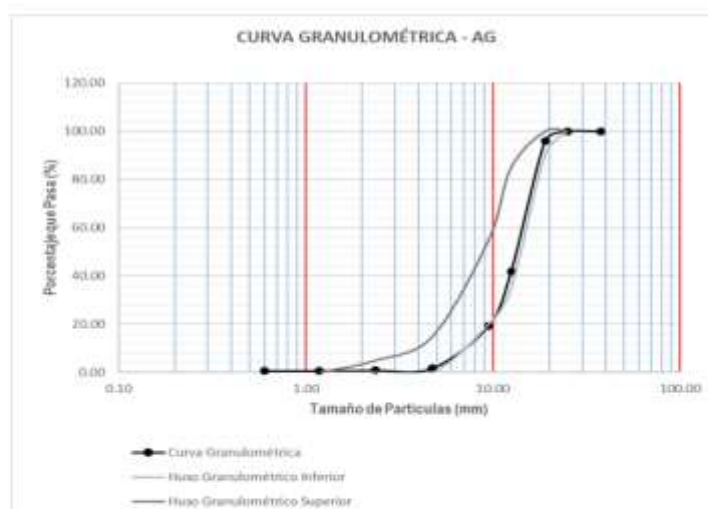
AGREGADO GRUESO		PESO MUESTRA SECA, W _s (gr)		5.000.00 gr			
TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)				GRAVA	ESPECIFICACIÓN	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	205.00	4.10	4.10	95.90	90	100
1/2"	12.50	2.704.00	54.08	58.18	41.82	35	85
3/8"	9.50	1.123.00	22.46	80.65	19.35	20	55
N° 4	4.75	883.00	17.66	98.31	1.69	0	15
N° 8	2.36	45.00	0.90	99.21	0.79	0	5
N° 16	1.18	6.90	0.14	99.34	0.66	0	0
N° 30	0.60	3.51	0.07	99.41	0.59		
FONDO		29.27	0.59	100.00	0.00		
		4999.68	100.00				

Error: 0.0064%

Ensayo Aceptado

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

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



AGUIRRE GARCIA KEVIN ANDRÉS
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Jucuito Polanco Pardeve
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

N° 1730 Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com

962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS		
NORMA	MTC E203 / ASTM C29 / NTP 400.017		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	02/10/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	02/10/2023

Diámetro del Cilindro Metálico	17.64 cm
Altura del Cilindro Metálico	18.00 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		< 1/2"	Volumen Molde	0.00440 m³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso del Molde + AF Compactado	kg	7.96	8.10	8.09	
B	Peso del Molde	kg	0.19	0.19	0.19	
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	kg	7.77	7.91	7.90	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	kg/m³	1,766.74	1,798.57	1,795.84	1,787.05
E	Peso del Molde + AF Suelto	kg	7.57	7.68	7.60	
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	kg	7.38	7.49	7.41	
G	PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	kg/m³	1,678.09	1,703.09	1,684.45	1,688.54

Diámetro del Cilindro Metálico	22.90 cm
Altura del Cilindro Metálico	25.00 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		3/4"	Volumen Molde	0.01030 m³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	kg	15.88	15.92	15.72	
B	Peso del Molde	kg	0.38	0.38	0.38	
C	Peso del AG Compactado, C = A - B	kg	15.49	15.54	15.33	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	kg/m³	1,504.65	1,508.82	1,489.01	1,500.83
E	Peso del Molde + AG Suelto	kg	13.67	13.84	14.03	
F	Peso del AG Suelto, F = E - B	kg	13.29	13.46	13.65	
G	PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	kg/m³	1,290.50	1,306.72	1,325.66	1,307.63



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Paicon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

N° 173- Jr. Las Fresas - Pilicamarca - Cayhuayna
laboratorio.montana.ing@gmail.com
962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AG

ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AG		
NORMA	MTC E206 / ASTM C127 / NTP 400.021		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	02/10/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	02/10/2023

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en aire	gr	3,000.00	3,000.00	3,000.00	
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en agua	gr	1,858.00	1,856.00	1,857.00	
C	Volumen de masa + Volumen de vacío, $C = A - B$	gr	1,142.00	1,144.00	1,143.00	
D	Peso seco del suelo (en estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)	gr	2,961.00	2,961.00	2,948.00	
E	Volumen de masa, $E = C - (A - D)$	cm ³	1,103.00	1,105.00	1,091.00	
F	PESO ESPECÍFICO BULK (base seca) $F = D / C$	gr/cm ³	2.89	2.89	2.88	2.89
G	PESO ESPECÍFICO (base saturada) $G = A / C$	gr/cm ³	2.63	2.62	2.62	2.62
H	PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca) $H = D / E$	gr/cm ³	2.68	2.68	2.70	2.69
I	ABSORCIÓN $= [(A - D) / D] \cdot 100$	%	1.32%	1.32%	1.76%	1.47%



AKA
ALVARO GARCIA KEVIN JOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Pezón Pardo
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

N° 173- Jr. Las Fresas – Pilcomarca – Cayhuayna
laboratorio.montana.ing@gmail.com
962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF		
NORMA	MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022		
CANERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	02/10/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	02/10/2023

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo (Pss)	gr	500.00	500.00	500.00	
B	Peso del frasco + Agua hasta marca de 500ml	gr	651.00	651.00	651.00	
C	Peso del frasco + Agua + Pss, $C = A + B$	gr	1,151.00	1,151.00	1,151.00	
D	Peso del frasco + Pss + Agua hasta la marca de 500ml	gr	964.00	963.00	963.00	
E	Volumen de masa + Volumen de vacío, $E = C - D$	cm ³	187.00	188.00	188.00	
F	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	492.00	492.00	490.00	
G	Volumen de masa, $G = E - (A - F)$	cm ³	179.00	180.00	178.00	
H	PESO ESPECÍFICO BULK (base seca) $H = F / E$	gr/cm ³	2.63	2.62	2.61	2.62
I	PESO ESPECÍFICO (base saturada) $I = A / E$	gr/cm ³	2.67	2.66	2.66	2.66
J	PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca) $J = F / G$	gr/cm ³	2.75	2.73	2.75	2.74
K	ABSORCIÓN $K = [(A - F) / F] * 100$	%	1.63%	1.63%	2.04%	1.76%


MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS


Ing. Samuel Juanito Polanco Paredes
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

 N° 173- Jr. Las Fresas – Píllcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS		
NORMA	MTC E207 / ASTM C131 / NTP 400.019		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	02/10/2023
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	02/10/2023

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso muestra total	gr	5,001.00	5,004.00	5,003.00	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	2,830.30	4,146.10	3,455.30	
C	DESGASTE A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES $C = [(A - B) / A] * 100$	%	43.41%	17.14%	30.94%	30.50%




AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS


Ing. Selmaniel Juvenio Palcos Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

 N° 173- Jr. Las Fresas – Píllcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - MÉTODO ACI

I) REQUERIMIENTOS

Resistencia Especificada (f'_{cu})	210 kg/cm ²	Desviación Estándar (S)	84 kg/cm ²
Uso (Tipo de Estructura)	Vigas	Asestamiento (Uso)	1 a 4 Pulgadas
Consistencia	Plástica	Asestamiento (Consistencia)	3 a 4 Pulgadas
Condición de Exposición	En Aire Incorporado		
Condiciones Específicas de Exposición	En Condición Especial		
Concreto Expuesto a Soluciones de Sulfatos	No		

II) MATERIALES

CEMENTO	Andino Tipo I	Peso Específico	315 g/cm ³
AGUA	Potable		
AGREGADO FINO			
Peso Específico	2.740 g/cm ³		
Absorción	1.760%		
Contenido de Humedad	1.750%		
Módulo de Finura	2.72		
AGREGADO GRUESO			
Tamaño Máximo Nominal	3/4"		
Peso Específico	2.690 g/cm ³		
Peso Seco Compactado	1500.830 kg/m ³		
Absorción	1.470%		
Contenido de Humedad	0.930%		

III) DESARROLLO

1 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

$$f_{cr} = 294.000 \text{ kg/cm}^2$$

2 SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

$$T_{MN} = 3/4"$$

3 SELECCIÓN DEL ASESTAMIENTO

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

4 VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

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

5 CONTENIDO DE AIRE

$$2.0 \%$$

6 RELACIÓN AGUA / CEMENTO

$$a/c \text{ Por Resistencia} = 0.558$$

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

$$A/C \text{ de diseño es } 0.558$$

7 FACTOR CEMENTO

$$367.384 \text{ kg/m}^3$$

$$8.984 \text{ kg/m}^3$$

8 CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

$$\text{Vol. A.G. Seco Compactado} = 0.628$$

$$\text{Peso Agr. Grueso Seco} = 942.521 \text{ kg/m}^3$$

9 CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

$$\text{Cemento} = 0.117 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 0.020 \text{ m}^3$$

$$\text{Agr. Grueso} = 0.350 \text{ m}^3$$

$$\Sigma \text{ Volúmenes Absolutos} = 0.692 \text{ m}^3$$

10 CONTENIDO DE AGREGADO FINO

$$\text{Vol. Absoluta Agr. Fino} = 0.308 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso Agr. Fino Seco} = 843.920 \text{ kg/m}^3$$

11 VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA

$$\text{Cemento} = 367.384 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de Diseño} = 205.000 \text{ Litro/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino Seco} = 843.920 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso Seco} = 942.521 \text{ kg/m}^3$$



Kevin Joel
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
ING. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Palcos Pardease
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com

962306428

**AGREGADO FINO**

Contenido de Humedad	3.750%
Peso Húmedo A.F.	675.567 kg/m ³

AGREGADO GROSERO

Contenido de Humedad	0.830%
Peso Humedo A.G.	361.266 kg/m ³

UNIDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS

H.S. Agregado Fino	1.990%
H.S. Agregado Grueso	-0.543%

APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

A.H. Agregado Fino	16.734	Lm ³
A.H. Agregado Grueso	-5.050	Lm ³
	<u>11.704</u>	<u>Lm³</u>

Agua Efectiva	193.296	L/m ²
---------------	---------	------------------

PE S O S DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Cemento	367.384	kg/m ²	=	367	kg/m ²
Agua Efectiva	193.296	L/m ²	=	193	L/m ²
Agregado Fino Húmedo	675.567	kg/m ²	=	676	kg/m ²
Agregado Grueso Húmedo	181.206	kg/m ²	=	181	kg/m ²

13 PROPORCIÓN EN PESO

CEMENTO	1
AGREGADO FINO	2,383
AGREGADO GRUESO	2,589
AGUA	22,362

DOSIFICACIÓN	1 : 2.383 : 2.589 : 22.362 Litros/Bolsa
--------------	---

Relación Agua/Cemento de Diseño	0.558	
Relación Agua/Cemento Efectiva	0.526	Corregida

⑤ PESO POR TANDA DE UN SACO O BOLSA

Peso de 1 bolsa de Cimento 42,50 kg

Cemento	42.500	kg/bolsa
Agua Electiva	22.362	Lbs/oa
Agregado Fino Húmedo	101.278	kg/bolsa
Agregado Grueso Húmedo	110.033	kg/bolsa

IV) APLICACIÓN

① CANTIDAD DE MATERIAL PARA UN DETERMINADO VOLUMEN

DIMENSIONES				N° VECES
LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	ÁREA / CUBAJE (m ²)	
0.50	0.15	0.15		10
				TOTAL

VOLUMEN m ³	Considerar Volumen...
0.00	QUINTO (diámetro)
0.11	0.8000
0.00	0.8000
0.00	0.8000
0.00	0.8000
0.11 m ³	0.8000

Materiales		Adicionamos	
⇒ Cemento	41.29 kg		47.48 kg
⇒ Agua	21.71 Lt		24.97 Lt
⇒ Agregado Fino	98.55 kg	15%	113.33 kg
⇒ Agregado Grueso	106.99 kg	de Desordenal	123.04 kg

PORCENTAJE DE ADICIÓN PARA CADA MEZCLA DE CONCRETO	
%	VIRUTA METALICA (KG)
1%	1.23 kg
3%	3.69 kg
5%	6.13 kg




AQUINO GARCIA KEVIN INOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELO,
 CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Samuel Jesuete Folcos Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna

 laboratorio.montana.ing@gmail.com

☎ 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN F' C=210KG/CM2 CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO – 2023"
SOLICITA:	BACH. GARGATE TÁMARA, OSIAS FLADMIRO
FECHA:	OCTUBRE 2023
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm2)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1	PATRON	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	14.42 KN	1,470.41 kg	29.41 kg/cm²
M-2	PATRON	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.03 KN	1,532.61 kg	30.65 kg/cm²
M-3	PATRON	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.45 KN	1,575.44 kg	31.51 kg/cm²
M-4	PATRON	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	14.87 KN	1,516.29 kg	30.33 kg/cm²
M-5	PATRON	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	14.56 KN	1,484.68 kg	29.69 kg/cm²
M-6	PATRON	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.33 KN	1,563.20 kg	31.26 kg/cm²
M-7	PATRON	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.74 KN	1,605.01 kg	32.10 kg/cm²
M-8	PATRON	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	14.98 KN	1,527.51 kg	30.55 kg/cm²
M-9	PATRON	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.03 KN	1,532.61 kg	30.65 kg/cm²
M-10	PATRON	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.41 KN	1,571.36 kg	31.43 kg/cm²
PROMEDIO								15.08 KN	1537.91 kg	30.76 kg/cm²

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

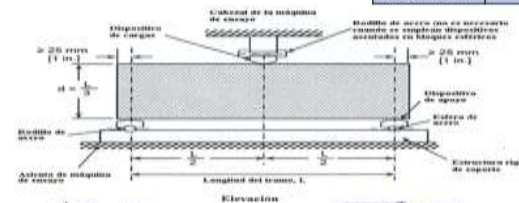
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L: Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



AQUINO GARCIA KEVIN HOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Polcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218988



N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna



laboratorio.montana.ing@gmail.com



962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN F' C=210KG/CM2 CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO – 2023"
SOLICITA:	BACH. GARGATE TAMARA, OSIAS FLADMIRO
FECHA:	OCTUBRE 2023
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm2)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1	1%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.77 KN	1,608.07 kg	32.16 kg/cm²
M-2	1%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	14.89 KN	1,518.33 kg	30.37 kg/cm²
M-3	1%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.43 KN	1,573.40 kg	31.47 kg/cm²
M-4	1%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.73 KN	1,603.99 kg	32.08 kg/cm²
M-5	1%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.89 KN	1,620.30 kg	32.41 kg/cm²
M-6	1%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	16.01 KN	1,632.54 kg	32.65 kg/cm²
M-7	1%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.77 KN	1,608.07 kg	32.16 kg/cm²
M-8	1%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	16.07 KN	1,638.66 kg	32.77 kg/cm²
M-9	1%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.99 KN	1,630.50 kg	32.61 kg/cm²
M-10	1%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	15.76 KN	1,607.05 kg	32.14 kg/cm²

PROMEDIO	15.73 KN	1604.09 kg	32.08 kg/cm²
-----------------	-----------------	-------------------	---------------------

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

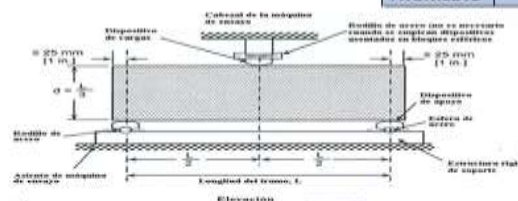
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L : Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardone
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna



laboratorio.montana.ing@gmail.com



962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN F'c=210KG/CM2 CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO – 2023"
SOLICITA:	BACH. GARGATE TÁMARA, OSIAS FLADMIRO
FECHA:	OCTUBRE 2023
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm ²)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1	3%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.19 KN	1,752.86 kg	35.06 kg/cm ²
M-2	3%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	16.58 KN	1,690.66 kg	33.81 kg/cm ²
M-3	3%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.02 KN	1,735.53 kg	34.71 kg/cm ²
M-4	3%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.40 KN	1,774.28 kg	35.49 kg/cm ²
M-5	3%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	16.87 KN	1,720.23 kg	34.40 kg/cm ²
M-6	3%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	16.77 KN	1,710.04 kg	34.20 kg/cm ²
M-7	3%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	16.64 KN	1,697.19 kg	33.94 kg/cm ²
M-8	3%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.01 KN	1,734.51 kg	34.69 kg/cm ²
M-9	3%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.21 KN	1,754.90 kg	35.10 kg/cm ²
M-10	3%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	16.98 KN	1,731.45 kg	34.63 kg/cm ²
PROMEDIO								16.97 KN	1730.17 kg	34.60 kg/cm²

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

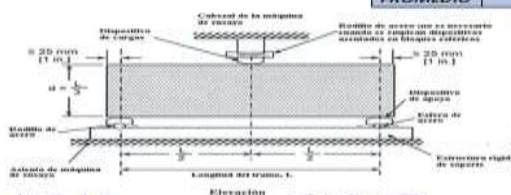
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L: Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TTC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



N° 173- Jr. Las Fresas – Pilcomarca – Cayhuayna



laboratorio.montana.ing@gmail.com



962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN F'c=210KG/CM2 CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA:	BACH. GARGATE TÁMARA, OSIAS FLADMIRO
FECHA:	OCTUBRE 2023
EQUIPO:	PRESA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm ²)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1	5%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.56 KN	1,790.59 kg	35.81 kg/cm ²
M-2	5%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	18.02 KN	1,837.50 kg	36.75 kg/cm ²
M-3	5%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.88 KN	1,823.22 kg	36.46 kg/cm ²
M-4	5%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.76 KN	1,810.99 kg	36.22 kg/cm ²
M-5	5%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.63 KN	1,797.73 kg	35.95 kg/cm ²
M-6	5%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.31 KN	1,765.10 kg	35.30 kg/cm ²
M-7	5%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.31 KN	1,765.10 kg	35.30 kg/cm ²
M-8	5%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.55 KN	1,789.57 kg	35.79 kg/cm ²
M-9	5%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.87 KN	1,822.20 kg	36.44 kg/cm ²
M-10	5%	19/10/2023	26/10/2023	7 días	45 cm	15 cm	15 cm	17.82 KN	1,817.31 kg	36.35 kg/cm ²

PROMEDIO	17.67 KN	1801.93 kg	36.04 kg/cm ²
----------	----------	------------	--------------------------

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

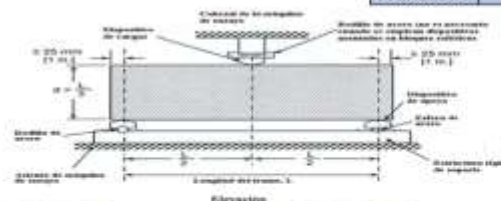
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L : Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



AGUIRRE GARCIA KEVIN BHOEL
TIC LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardase
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

N° 173- Jr. Las Fresas – Pilicamarca – Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com

962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN F'c=210KG/CM2 CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA:	BACH. GARGATE TÁMARA, OSIAS FLADMIRO
FECHA:	OCTUBRE 2023
EQUIPO:	PRESA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm2)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1	PATRON	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	20.42 KN	2,082.23 kg	41.64 kg/cm²
M-2	PATRON	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	21.03 KN	2,144.43 kg	42.89 kg/cm²
M-3	PATRON	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	19.87 KN	2,026.14 kg	40.52 kg/cm²
M-4	PATRON	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	21.31 KN	2,172.98 kg	43.46 kg/cm²
M-5	PATRON	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	20.30 KN	2,069.99 kg	41.40 kg/cm²
M-6	PATRON	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	20.74 KN	2,114.86 kg	42.30 kg/cm²
M-7	PATRON	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	21.30 KN	2,171.96 kg	43.44 kg/cm²
M-8	PATRON	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	20.77 KN	2,117.92 kg	42.36 kg/cm²
M-9	PATRON	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	20.49 KN	2,089.37 kg	41.79 kg/cm²
M-10	PATRON	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	19.96 KN	2,035.32 kg	40.71 kg/cm²

PROMEDIO	20.62 KN	2102.52 kg	42.05 kg/cm²
-----------------	-----------------	-------------------	---------------------

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

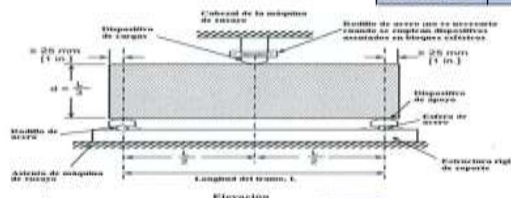
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L: Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TTC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Palcos Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna



laboratorio.montana.ing@gmail.com



962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN F'c=210KG/CM2 CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA:	BACH. GARGATE TÁMARA, OSIAS FLADMIRO
FECHA:	OCTUBRE 2023
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm2)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1	1%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.10 KN	2,253.54 kg	45.07 kg/cm ²
M-2	1%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	21.74 KN	2,216.83 kg	44.34 kg/cm ²
M-3	1%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.40 KN	2,284.13 kg	45.68 kg/cm ²
M-4	1%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.70 KN	2,314.72 kg	46.29 kg/cm ²
M-5	1%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	21.88 KN	2,231.10 kg	44.62 kg/cm ²
M-6	1%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	21.91 KN	2,234.16 kg	44.68 kg/cm ²
M-7	1%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	21.63 KN	2,206.02 kg	44.12 kg/cm ²
M-8	1%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	21.43 KN	2,185.22 kg	43.70 kg/cm ²
M-9	1%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.46 KN	2,290.25 kg	45.80 kg/cm ²
M-10	1%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	21.60 KN	2,202.55 kg	44.05 kg/cm ²

PROMEDIO	21.99 KN	2241.85 kg	44.84 kg/cm ²
----------	----------	------------	--------------------------

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

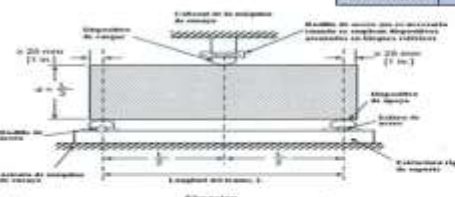
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L : Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



MONTAÑA

AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Jacinto Falcon Pardease
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com

962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN F'C=210KG/CM2 CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA:	BACH. GARGATE TÁMARA, OSÍAS FLADMIRO
FECHA:	OCTUBRE 2023
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm ²)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1	3%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.40 KN	2,284.13 kg	45.68 kg/cm ²
M-2	3%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.47 KN	2,291.27 kg	45.83 kg/cm ²
M-3	3%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.87 KN	2,332.05 kg	46.64 kg/cm ²
M-4	3%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.48 KN	2,290.25 kg	45.80 kg/cm ²
M-5	3%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	21.87 KN	2,230.08 kg	44.60 kg/cm ²
M-6	3%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	23.01 KN	2,346.33 kg	46.93 kg/cm ²
M-7	3%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.74 KN	2,318.80 kg	46.38 kg/cm ²
M-8	3%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	21.97 KN	2,239.97 kg	44.80 kg/cm ²
M-9	3%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	23.03 KN	2,348.37 kg	46.97 kg/cm ²
M-10	3%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.81 KN	2,325.94 kg	46.52 kg/cm ²

PROMEDIO	22.56 KN	2300.72 kg	46.01 kg/cm ²
----------	----------	------------	--------------------------

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

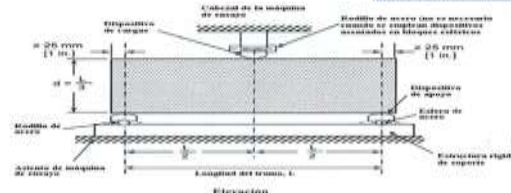
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L : Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



AQUINO GARCIA KEVIN JHON
TTC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardo
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

N° 173- Jr. Las Fresas – Píllcomarca – Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com

962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN F' C=210KG/CM2 CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA:	BACH. GARGATE TÁMARA, OSÍAS FLADMIRO
FECHA:	OCTUBRE 2023
EQUIPO:	PRESA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm ²)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1	5%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	23.04 KN	2,349.39 kg	46.99 kg/cm ²
M-2	5%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	23.50 KN	2,396.30 kg	47.93 kg/cm ²
M-3	5%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	23.41 KN	2,387.12 kg	47.74 kg/cm ²
M-4	5%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.87 KN	2,332.05 kg	46.64 kg/cm ²
M-5	5%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.67 KN	2,311.66 kg	46.23 kg/cm ²
M-6	5%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	23.46 KN	2,392.22 kg	47.84 kg/cm ²
M-7	5%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	23.03 KN	2,348.37 kg	46.97 kg/cm ²
M-8	5%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	23.07 KN	2,352.45 kg	47.05 kg/cm ²
M-9	5%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.97 KN	2,342.25 kg	46.85 kg/cm ²
M-10	5%	12/10/2023	26/10/2023	14 días	45 cm	15 cm	15 cm	22.93 KN	2,338.58 kg	46.77 kg/cm ²
PROMEDIO								23.10 KN	2355.04 kg	47.10 kg/cm²

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

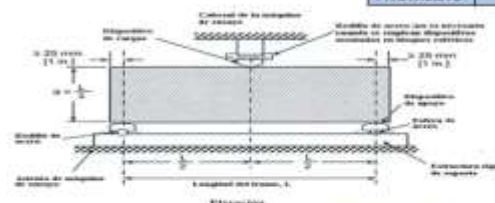
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L: Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



AGUIÑO GARCIA KEVIN JHOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Jag. Samuel Jasmín Polanco Paredes
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

N° 173-Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayña

laboratorio.montana.ing@gmail.com

962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN F C=210KG/CM2 CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO – 2023"
SOLICITA:	BACH. GARGATE TÁMARA, OSIAS FLADMIRO
FECHA:	NOVIEMBRE 2023
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECIMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm ²)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1	PATRON	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.05 KN	2,452.38 kg	49.05 kg/cm ²
M-2	PATRON	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.74 KN	2,522.74 kg	50.45 kg/cm ²
M-3	PATRON	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.30 KN	2,477.87 kg	48.56 kg/cm ²
M-4	PATRON	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.70 KN	2,518.46 kg	50.37 kg/cm ²
M-5	PATRON	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.34 KN	2,481.44 kg	49.63 kg/cm ²
M-6	PATRON	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.16 KN	2,463.29 kg	49.27 kg/cm ²
M-7	PATRON	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.71 KN	2,519.88 kg	50.40 kg/cm ²
M-8	PATRON	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.19 KN	2,466.65 kg	49.33 kg/cm ²
M-9	PATRON	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.69 KN	2,517.64 kg	50.35 kg/cm ²
M-10	PATRON	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.17 KN	2,464.61 kg	49.29 kg/cm ²

PROMEDIO 24.40 KN 2488.50 kg 49.77 kg/cm²

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

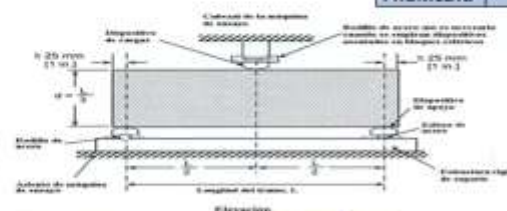
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L: Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



AQUIRÓ GARCÍA KEVIN HOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juvito Polanco Paredes
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

N° 173- Jr. Las Fresas – Píllcomarca – Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com

962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN F'c=210KG/CM2 CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO – 2023"
SOLICITA:	BACH. GARGATE TÁMARA, OSIAS FLADMIRO
FECHA:	NOVIEMBRE 2023
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm ²)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1	1%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.80 KN	2,528.88 kg	50.58 kg/cm ²
M-2	1%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.98 KN	2,547.21 kg	50.94 kg/cm ²
M-3	1%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.67 KN	2,515.60 kg	50.31 kg/cm ²
M-4	1%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	25.03 KN	2,552.31 kg	51.05 kg/cm ²
M-5	1%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.97 KN	2,545.88 kg	50.92 kg/cm ²
M-6	1%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	25.30 KN	2,579.84 kg	51.60 kg/cm ²
M-7	1%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.98 KN	2,547.21 kg	50.94 kg/cm ²
M-8	1%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.78 KN	2,526.82 kg	50.54 kg/cm ²
M-9	1%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	24.73 KN	2,521.72 kg	50.43 kg/cm ²
M-10	1%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	25.10 KN	2,559.45 kg	51.19 kg/cm ²

PROMEDIO	24.93 KN	2542.49 kg	50.85 kg/cm²
-----------------	-----------------	-------------------	--------------------------------

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

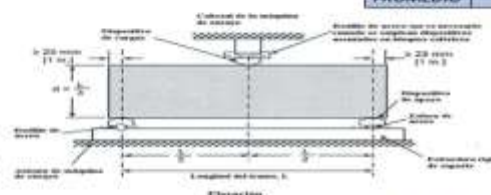
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L : Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



AGUIRRE GARCIA KEVIN ROEL
TEL. LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juvito Pelaez Pardo
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

📍 N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna

✉ laboratorio.montana.ing@gmail.com

☎ 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN F'C=210KG/CM2 CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA:	BACH. GARGATE TÁMARA, OSIAS FLADMIRO
FECHA:	NOVIEMBRE 2023
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECIMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm ²)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1	3%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.34 KN	2,685.89 kg	53.72 kg/cm ²
M-2	3%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.14 KN	2,665.50 kg	53.31 kg/cm ²
M-3	3%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	25.87 KN	2,637.96 kg	52.76 kg/cm ²
M-4	3%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	25.91 KN	2,642.04 kg	52.84 kg/cm ²
M-5	3%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	25.97 KN	2,648.16 kg	52.96 kg/cm ²
M-6	3%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.30 KN	2,681.81 kg	53.64 kg/cm ²
M-7	3%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.47 KN	2,699.15 kg	53.98 kg/cm ²
M-8	3%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.50 KN	2,702.21 kg	54.04 kg/cm ²
M-9	3%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.39 KN	2,690.99 kg	53.82 kg/cm ²
M-10	3%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.48 KN	2,700.47 kg	54.01 kg/cm ²
PROMEDIO								26.24 KN	2675.42 kg	53.51 kg/cm²

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

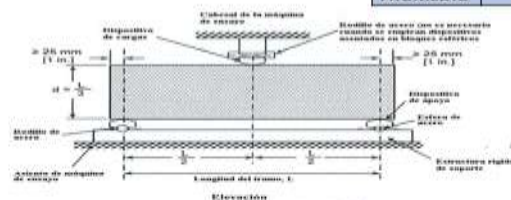
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L: Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Palcos Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

N° 173- Jr. Las Fresas – Píllcomarca – Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com

962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
NORMA:	NTP- 339.079 - 2012
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON CAUCHO RECICLADO PARA UN F'c=210KG/CM2 CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA, HUÁNUCO - 2023"
SOLICITA:	BACH. GARGATE TÁMARA, OSIAS FLADMIRO
FECHA:	NOVIEMBRE 2023
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% CAUCHO RECICLADO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	Mr(kg/cm2)
					(L) cm	(b) cm	(h) cm			
M-1	5%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.87 KN	2,739.93 kg	54.80 kg/cm²
M-2	5%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.93 KN	2,746.15 kg	54.92 kg/cm²
M-3	5%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	27.07 KN	2,760.33 kg	55.21 kg/cm²
M-4	5%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	27.06 KN	2,759.31 kg	55.19 kg/cm²
M-5	5%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.91 KN	2,744.01 kg	54.88 kg/cm²
M-6	5%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	27.30 KN	2,783.78 kg	55.68 kg/cm²
M-7	5%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.96 KN	2,749.42 kg	54.99 kg/cm²
M-8	5%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.78 KN	2,731.16 kg	54.62 kg/cm²
M-9	5%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.99 KN	2,751.86 kg	55.04 kg/cm²
M-10	5%	05/10/2023	02/11/2023	28 días	45 cm	15 cm	15 cm	26.87 KN	2,739.93 kg	54.80 kg/cm²
PROMEDIO								26.97 KN	2750.59 kg	55.01 kg/cm²

$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

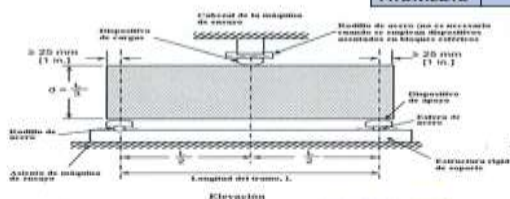
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L: Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm



AQUINO GARCIA KEVIN JHON
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Palcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna



laboratorio.montana.ing@gmail.com



962306428

ANEXO 5

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 17

Adición del desmoldante a los moldes prismas rectangulares para vigas de 45 x15 x 15 cm



Nota: Se le cubrirá las paredes de los moldes de las vigas con un desmoldante para mayor facilidad para desencofrar.

Figura 18

Selección del agregado de tipo fino



Nota: Se hizo la recolección del agregado de tipo fino de la cantera de Andabamba para el diseño de mezcla para las vigas de concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Figura 19

Selección del agregado tipo grueso



Nota: Se hizo la recolección del agregado de tipo grueso de la cantera de Andabamba para el diseño de mezcla para las vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Figura 20

Pesaje del agregado fino para el diseño de mezcla de concreto para las vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Se pesará el agregado de tipo fino según el diseño de la mezcla de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo indica la norma ACI 211

Figura 21

Pesaje del agregado grueso para el diseño de mezcla de concreto para las vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Se realiza el pesaje del agregado de tipo fino según el diseño de la mezcla de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo indica la norma ACI 211

Figura 22

Pesaje del agua para el diseño de mezcla para las vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Se pesará el agua según el diseño de la mezcla de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo indica la norma ACI 211

Figura 23

Pesaje del cemento tipo I para el diseño de mezcla concreto para las vigas de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Se realiza el pesaje del cemento tipo I según el diseño de la mezcla de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo indica la norma ACI 211.

Figura 24

El 1% de caucho tipo reciclado respecto el agregado de tipo grueso



Nota: Se seleccionará el caucho tipo reciclado en un 1% respecto el agregado de tipo grueso, se añadirá el caucho reciclado al concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ para la fabricación de las vigas con dimensiones de 45x15x15 cm.

Figura 25

El 3% de caucho tipo reciclado respecto el agregado tipo grueso



Nota: Se seleccionará el caucho tipo reciclado en un 3% respecto el agregado tipo grueso, se añadirá el caucho tipo reciclado al concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la producción de las vigas con dimensiones de 45x15x15 cm.

Figura 26

El 5% de caucho tipo reciclado respecto el agregado tipo grueso



Nota: Se seleccionará el caucho tipo reciclado en un 5% respecto el agregado tipo grueso, se añadirá el caucho tipo reciclado al concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la producción de las vigas con dimensiones de 45x15x15 cm.

Figura 27

Adición del agregado tipo grueso al trompo para la preparación de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con añadidura de 1,3 y 5 % de caucho tipo reciclado



Nota: Proceso de preparación de la mezcla de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo indica la norma ACI 211, añadiendo agregado tipo grueso tamaño máximo nominal 3/4" según la N.T.P. 400.012.

Figura 28

Adición del agregado tipo fino al trompo para la preparación de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con adiciones de 1,3 y 5 % de caucho tipo reciclado



Nota: Proceso de preparación de la mezcla de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo indica la norma ACI 211, agregado de tipo fino tamaño máximo nominal N° 4 según la NTP 400.012.

Figura 29

Adición de agua al trompo para la preparación de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura de 1,3 y 5 % de caucho tipo reciclado



Nota: Proceso de elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo indica la norma ACI 211, para la preparación del concreto el agua tiene que ser sin impurezas (agua potable) según la N.T.P. 339.088.

Figura 30

Añadiendo el cemento al trompo para la preparación de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con añadidura de 1,3 y 5 % de caucho tipo reciclado



Nota: Proceso de elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo indica la norma ACI 211, para la preparación del concreto se usa el cemento tipo I especificado en la NTP 334.009.

Figura 31

Adición del 1 % de caucho tipo reciclado al trompo para la preparación de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Proceso de elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo indica la norma ACI 211, se usará la adición 1 % de caucho tipo reciclado para la preparación de vigas de concreto para ser ensayadas en la resistencia a la flexión según la N.T.P. 339.079.

Figura 32

Adición del 3 % de caucho tipo reciclado al trompo para la preparación de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Proceso para producción de la mezcla de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo indica la norma ACI 211, se usará la adición 3 % de caucho tipo reciclado para la preparación de vigas de concreto para ser ensayadas en la resistencia a la flexión según la N.T.P. 339. 079.

Figura 33

Adición del 5 % de caucho tipo reciclado al trompo para la preparación de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Proceso de producción de la mezcla de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo indica la norma ACI 211, se usará la adición 5 % de caucho tipo reciclado para la preparación de vigas de concreto para ser ensayadas en la resistencia a la flexión según la N. T. P. 339.079.

Figura 34

Ensayo del SLUMP para establecer su asentamiento del concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Proceso del ensayo del SLUMP se tendrá que compactar con 25 golpes a cada 1/3 de volumen por capa usando la varilla redondeada de diámetro 16 mm y aproximado de 600 mm de longitud según lo indica la N.T.P. 339.035.

Figura 35

Ensayo del SLUMP para establecer su asentamiento del concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Proceso del ensayo del SLUMP al terminar la compactación de los 25 golpes por cada capa 1/3 se levantará el molde y se invertirá para poder medir desde su base y poder determinar su asentamiento lo cual dio una medida de 4" (plástica) según lo indica la N.T.P. 339.035.

Figura 36

Elaboración de vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con las medidas siguientes 45 x 15 x 15 cm patrón y con añadiduras de 1,3 y 5 % de caucho tipo reciclado



Nota: Proceso de producción de vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, se compactará a cada 1/2 de volumen por capa usando una varilla redondeada de diámetro 16 mm y aproximado de 600 mm longitudinal se nivelará el concreto al ras con una plancha de pulir según lo indica la N.T.P. 339.079.

Figura 37

Procedimiento de fraguado de las vigas de concreto con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con las medidas siguientes $45 \times 15 \times 15 \text{ cm}$ patrón y con añadiduras de 1,3 y 5 % de caucho tipo reciclado



Nota: Las vigas de concreto con una resistencia $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con las medidas siguientes $50 \times 15 \times 15 \text{ cm}$ patrón y con añadiduras de 1,3 y 5 % de caucho tipo reciclado fraguaron durante 24 horas según lo estipulado en la NTP 339.079.

Figura 38

Desmoldeo de las vigas de concreto con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Las vigas de concreto con una resistencia $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con medidas siguientes $45 \times 15 \times 15 \text{ cm}$ patrón y con añadiduras de 1,3 y 5 % de caucho tipo reciclado después del fraguado se pondrá a curar las vigas hasta los días de ensayo de resistencia a la flexión.

Figura 39

Procedimiento de curado en las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con las medidas siguientes: 45 x 15 x 15 cm patrón



Nota: Las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con medidas de 45 x 15 x 15 cm patrón después del fraguado se pondrá a curar las vigas hasta los días de prueba de resistencia a la flexión.

Figura 40

Proceso de curado de vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con medidas siguientes de 45 x 15 x 15 cm patrón y con añadidura de 1% de caucho tipo reciclado



Nota: Las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con las siguientes medidas: 45 x 15 x 15 cm patrón y con añadidura de 1% de caucho tipo reciclado después del fraguado se pondrá a curar las vigas hasta los días de ensayo de resistencia a la flexión.

Figura 41

Proceso de curado de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con las siguientes medidas de 45 x 15 x 15 cm patrón y con añadidura de 3% de caucho tipo reciclado



Nota: Las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con las medidas siguientes de 50 x 15 x 15 cm patrón y con añadidura de 3% de caucho tipo reciclado después del fraguado se pondrá a curar las vigas hasta los días de prueba de resistencia a la flexión.

Figura 42

Proceso de curado de las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con medidas siguientes de 45 x 15 x 15 cm patrón y con añadidura de 5% de caucho tipo reciclado



Nota: Las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con medidas siguientes de 45 x 15 x 15 cm patrón y con añadidura de 5% de caucho tipo reciclado después del fraguado se pondrá a curar las vigas hasta los días de prueba de resistencia a la flexión.

Figura 43

Trazos para apoyos a realizar la prueba de resistencia a la flexión con una carga al centro NTP 339.079



Nota: Las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con las medidas siguientes: $45 \times 15 \times 15 \text{ cm}$ patrón y con añadiduras de 1,3 y 5 % de caucho tipo reciclado se trazarán los apoyos con medidas de una 1" a los extremos y una luz de $L/2$ según el diagrama estipulado en la NTP 339.079.

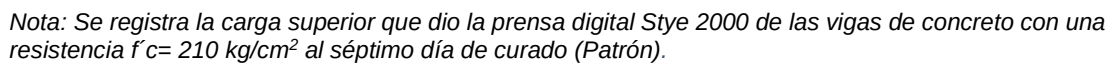
Figura 44

Ensayo de resistencia a la flexión de vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al séptimo día de curado (Patrón)



Nota: se aplicará una carga constante de una velocidad de $0,9 \text{ MPa/min}$ y $1,2 \text{ MPa/min}$ de a las vigas de concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo estipula la NTP 339.079.

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210$ kg/cm² al séptimo día de curado (Patrón)



Ensayo de resistencia a la flexión de vigas de concreto con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ al décimo cuarto día de curado (Patrón)

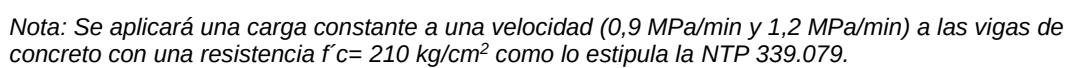


Figura 47

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al décimo cuarto día (Patrón)



Nota: Se registró la carga superior que dio la prensa digital Styte 2000 de las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ al décimo cuarto día de curado (Patrón).

Figura 48

Ensayo de resistencia a la flexión de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al vigésimo octavo día de curado (Patrón)



Nota: Se aplicará una carga constante a una velocidad (0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min) a las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo estipula la NTP 339.079.

Figura 49

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a vigésimo octavo día de curado (Patrón)



Nota: Se registra la carga superior que dio la prensa digital Styer 2000 de las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ al vigésimo octavo día de curado (Patrón).

Figura 50

Prueba de resistencia a la flexión de vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 1% de caucho tipo reciclado al séptimo día de curado



Nota: Se aplicará una carga constante a una velocidad (0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min) a las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo estipula la NTP 339.079.

Figura 51

Viga de concreto roto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 1% de caucho tipo reciclado al séptimo día de curado



Nota: Se registra la carga superior la que dio la prensa digital Stye 2000 de las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 1% de caucho tipo reciclado al séptimo día de curado.

Figura 52

Prueba de resistencia a la flexión de vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 1% de caucho tipo reciclado al décimo cuarto día de curado



Nota: Se aplicará una carga constante a una velocidad (0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min) a las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo estipula la NTP 339.079

Figura 53

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 1% de caucho tipo reciclado décimo cuarto día de curado



Nota: Se registra la carga superior que dio la prensa digital Styer 2000 de las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 1% de caucho tipo reciclado al décimo cuarto día de curado.

Figura 54

Prueba de resistencia a la flexión de vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 1% de caucho tipo reciclado al vigésimo octavo día de curado



Nota: se aplicará una carga constante a una velocidad (0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min) a las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo estipula la NTP 339.079

Figura 55

Viga de concreto roto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 1% de caucho tipo reciclado al vigésimo octavo día de curado



Nota: se registra la carga superior que dio la prensa digital Stye 2000 de vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 1% de caucho tipo reciclado al vigésimo octavo día de curado.

Figura 56

Prueba de resistencia a la flexión de vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 3% de caucho tipo reciclado al séptimo día de curado



Nota: Se aplicará una carga constante a una velocidad (0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min) a las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo estipula la NTP 339.079.

Figura 57

Viga de concreto roto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 3% de caucho tipo reciclado al séptimo día de curado



Nota: Se registra la carga superior que dio la prensa digital Styer 2000 de las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 3% de caucho tipo reciclado al séptimo día de curado

Figura 58

Prueba de resistencia a la flexión de vigas de concreto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 3% de caucho tipo reciclados al décimo cuarto día de curado



Nota: Se aplicará una carga constante a una velocidad (0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min) a las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo estipula la NTP 339.079.

Figura 59

Vigas de concreto roto con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 3% de caucho tipo reciclado al décimo cuarto día de curado



Nota: Se registra la carga superior que dio la prensa digital Sty 2000 de las vigas de concreto con una resistencia $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 3% de caucho tipo reciclado al décimo cuarto día de curado.

Figura 60

Prueba de resistencia a la flexión de vigas de concreto con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 3% de caucho tipo reciclado al vigésimo octavo día de curado



Nota: Se aplicará una carga constante a una velocidad (0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min) a las vigas de concreto con una resistencia $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo estipula la NTP 339.079.

Figura 61

Prueba de resistencia a la flexión de vigas de concreto con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 3% de caucho tipo reciclado al vigésimo octavo día de curado



Nota: Se registra la carga superior que dio la prensa digital Styer 2000 de las vigas de concreto con una resistencia $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 3% de caucho tipo reciclado al vigésimo octavo día de curado

Figura 62

Prueba de resistencia a la flexión de vigas de concreto con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 5% de caucho tipo reciclado al séptimo día de curado



Nota: Se aplicará una carga constante a una velocidad (0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min) a las vigas de concreto con una resistencia $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo estipula la NTP 339.079.

Figura 63

Vigas de concreto roto con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 5% de caucho tipo reciclado al séptimo día de curado



Nota: Se registra la carga superior que dio la prensa digital Styer 2000 de las vigas de concreto con una resistencia $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 5% de caucho tipo reciclado al séptimo día de curado.

Figura 64

Prueba de resistencia a la flexión de vigas de concreto con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 5% de caucho tipo reciclado al décimo cuarto día de curado



Nota: Se aplicará una carga constante a una velocidad (0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min) a las vigas de concreto con una resistencia $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo estipula la NTP 339.079.

Figura 65

Vigas de concreto roto con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 5% de caucho tipo reciclado al décimo cuarto día de curado



Nota: Se registra la carga superior que dio la prensa digital Styte 2000 de las vigas de concreto con una resistencia $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 5% de caucho tipo reciclado al décimo cuarto día de curado

Figura 66

Prueba de resistencia a la flexión de vigas de concreto con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 5% de caucho tipo reciclado al vigésimo octavo día de curado



Nota: Se aplicará una carga constante a una velocidad (0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min) a las vigas de concreto con una resistencia $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ como lo estipula la NTP 339.079.

Figura 67

Viga de concreto roto con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 5% de caucho tipo reciclado al vigésimo octavo día de curado



Nota: Se registra la carga superior que dio la prensa digital Stye 2000 de las vigas de concreto con una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con añadidura del 5% de caucho tipo reciclado al vigésimo octavo día de curado.