

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Evaluación de la resistencia a la flexión de vigas de  
concreto elaborado con vidrio molido en el distrito de  
Amarilis – Huánuco – 2024”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
CIVIL

AUTOR: Padilla Canturin, Ingrid Rosalin

ASESOR: Leonel Marlo, Aguilar Alcantara

HUÁNUCO – PERÚ

2026

# U

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

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

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería estructural y municipal

### DATOS DEL PROGRAMA:

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

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

# D

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI):72766281

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI):43415813

Grado/Título: maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción

Código ORCID: 0000-0002-0877-5922

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Malpartida Valderrama, Yenerit Pamela	Magíster en medio ambiente y desarrollo sostenible mención en gestión ambiental	22516875	0000-0003-2705-4300
2	Suarez Landauro, Reynaldo Favio	Maestro en gestión pública	22498065	0000-0002-4641-3797
3	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día martes 21 de abril de 2026, 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:

- |  |            |
|--|------------|
| ❖ MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA   | PRESIDENTE |
| ❖ MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO         | SECRETARIO |
| ❖ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA | VOCAL      |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0565-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach: Ingrid Rosalin PADILLA CANTURIN, 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 mayoría con el calificativo cuantitativo de 1.1 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 16:20 horas del día 21 del mes de abril del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA

DNI: 22516875

ORCID: 0000-0003-2705-4300

**PRESIDENTE**

MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO

DNI: 22498065

ORCID: 0000-0002-4641-3797

**SECRETARIO (A)**

MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA

DNI: 73645168

ORCID: 0009-0001-0745-5433

**VOCAL**



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: INGRID ROSALIN PADILLA CANTURIN, de la investigación titulada "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS - HUÁNUCO - 2024", con asesor(a) LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2832-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 25 % 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, 24 de febrero de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA  
D.N.I.: 71345687  
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

# 80. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.udh.edu.pe](http://repositorio.udh.edu.pe)

Fuente de Internet

16%

2

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

2%

3

[apirepositorio.unh.edu.pe](http://apirepositorio.unh.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.unheval.edu.pe](http://repositorio.unheval.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.unsaac.edu.pe](http://repositorio.unsaac.edu.pe)

Fuente de Internet

1%



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA  
D.N.I.: 71345687  
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

## **DEDICATORIA**

Consagro esta indagación académica a mis progenitores, Eduardo y Mirtha, cuyo temple laborioso, entrega sin fisuras y rectitud moral han sido faro y sustento en mi trayecto; su respaldo sin reservas ha acompañado cada tramo de esta senda. Mi gratitud es honda por sus voces alentadoras, su indulgente paciencia y el afecto inagotable que me prodigaron. Extiendo asimismo esta dedicatoria a mis deudos más próximos, cuya constante presencia y auxilio se erigieron en acicate durante los trances más arduos. Esta obra constituye la cristalización de su confianza en mi persona y del empeño mancomunado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Manifiesto mi más honda gratitud a quienes, de modo directo o tangencial, hicieron posible el desarrollo y consumación de esta tesis. A mis docentes y tutores, por su guía insustituible, constancia abnegada y paciente acompañamiento durante cada fase del trayecto. A mis colegas de estudio, cuyo respaldo, aportes intelectuales y disposición colaborativa resultaron decisivos en los momentos neurálgicos. A mi núcleo familiar, por su afecto irrestricto, su comprensión sin condiciones y por constituirse siempre en el aliento primordial que me sostuvo. A todos aquellos cuya presencia, visible o discreta, marcó este derrotero, les tributo mi más sincero reconocimiento: sin su concurso, esta meta no habría sido alcanzada.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
RESUMEN .....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
INTRODUCCIÓN .....	XV
CAPÍTULO I .....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA BASE .....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	17
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	18
1.3. OBJETIVOS .....	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....	18
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	19
1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	20
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
CAPÍTULO II .....	22
MARCO TEÓRICO .....	22

2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.1.1.	ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	22
2.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES .....	24
2.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES.....	27
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	29
2.2.1.	CONCRETO.....	29
2.2.2.	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN VIGA .....	37
2.2.3.	VIDRIO.....	41
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	45
2.4.	HIPÓTESIS.....	51
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL .....	51
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECIFICA .....	51
2.5.	VARIABLES.....	52
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	52
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	52
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	53
CAPÍTULO III.....		54
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN .....		54
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	54
3.1.1.	ENFOQUE.....	54
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL .....	54
3.1.3.	DISEÑO .....	54
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	55
3.2.1.	POBLACIÓN .....	55
3.2.2.	MUESTRA.....	55
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	56
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	56

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	57
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	57
CAPÍTULO IV.....	58
RESULTADOS.....	58
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	58
4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	65
4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	65
4.2.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA 1 .....	68
4.2.3. HIPÓTESIS ESPECIFICA 2.....	72
4.2.4. HIPÓTESIS ESPECIFICA 3.....	75
CAPÍTULO V.....	83
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	83
CONCLUSIONES .....	86
RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS.....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Calidad del Agua.....	30
Tabla 2 Granulometría para agregado fino .....	30
Tabla 3 Granulometría para agregado grueso .....	31
Tabla 4 Características de la elaboración del concreto 210kg/cm <sup>2</sup> .....	33
Tabla 5 Consistencia y asentamiento .....	35
Tabla 6 Resistencia de flexión de los vidrios .....	42
Tabla 7 Cantidad de muestras a realizar .....	56
Tabla 8 Módulo de rotura del patrón a 7 días .....	58
Tabla 9 Módulo de rotura del patrón a 14 días .....	58
Tabla 10 Módulo de rotura del patrón a 28 días .....	58
Tabla 11 Valor de la media y desviación estándar.....	59
Tabla 12 Módulo de rotura con 3% vidrio molido a 7 días .....	59
Tabla 13 Módulo de rotura con 3% vidrio molido a 14 días .....	60
Tabla 14 Módulo de rotura con 3% vidrio molido a 28 días .....	60
Tabla 15 Valor de la media y desviación estándar.....	60
Tabla 16 Módulo de rotura con 5% vidrio molido a 7 días .....	61
Tabla 17 Módulo de rotura con 5% vidrio molido a 14 días .....	61
Tabla 18 Módulo de rotura con 5% vidrio molido a 28 días .....	62
Tabla 19 Valor de la media y desviación estándar.....	62
Tabla 20 Módulo de rotura con 7% vidrio molido a 7 días .....	63
Tabla 21 Módulo de rotura con 7% vidrio molido a 14 días .....	63
Tabla 22 Módulo de rotura con 7% vidrio molido a 28 días .....	64
Tabla 23 Valor de la media y desviación estándar.....	64
Tabla 24 Resistencia a la flexión de los grupos de estudio .....	65
Tabla 25 Valores estadísticos de los grupos de estudio .....	66
Tabla 26 Normalidad de los grupos de estudio.....	67
Tabla 27 Prueba t aplicada a los grupos.....	67
Tabla 28 Ensayo de agregado fino .....	68
Tabla 29 Ensayo de agregado grueso .....	68
Tabla 30 Ensayo de agregado fino .....	69
Tabla 31 Ensayo de agregado grueso .....	69
Tabla 32 Ensayo de agregado fino .....	70

Tabla 33 Ensayo de agregado grueso .....	71
Tabla 34 Ensayo de los agregados.....	71
Tabla 35 Condiciones del diseño de mezcla.....	72
Tabla 36 Diseño de mezcla.....	73
Tabla 37 Cantidad de materiales de diseño de mezcla .....	74
Tabla 38 Cantidad de vidrio molido.....	74
Tabla 39 Resistencia a la flexión de los grupos de estudio .....	75
Tabla 40 Valores estadísticos de los grupos de estudio .....	76
Tabla 41 Normalidad de los grupos de estudio.....	77
Tabla 42 Prueba t aplicada a los grupos.....	77
Tabla 43 Resistencia a la flexión de los grupos de estudio .....	78
Tabla 44 Valores estadísticos de los grupos de estudio .....	78
Tabla 45 Normalidad de los grupos de estudio.....	79
Tabla 46 Prueba t aplicada a los grupos.....	80
Tabla 47 Resistencia a la flexión de los grupos de estudio .....	80
Tabla 48 Valores estadísticos de los grupos de estudio .....	81
Tabla 49 Normalidad de los grupos de estudio.....	82
Tabla 50 Prueba t aplicada a los grupos.....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Dosificación del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	33
Figura 2	Asentamiento del concreto por el método del cono de Abrams ....	34
Figura 3	Prueba para medir la exudación .....	36
Figura 4	Moldes de vigas de concreto .....	38
Figura 5	Ensayo a flexión de vigas con cargas a los tercios.....	41
Figura 6	Valores de la resistencia a la flexión del patrón a 28 días .....	59
Figura 7	Valores de la resistencia a la flexión con 3% vidrio molido a 28 días .....	61
Figura 8	Valores del módulo de rotura con 5% vidrio molido a 28 días .....	63
Figura 9	Valores del módulo de rotura con 7% vidrio molido a 28 días .....	65
Figura 10	Comparación de la resistencia a la flexión de los grupos de estudio .....	66
Figura 11	Ensayo de agregado fino .....	69
Figura 12	Ensayo de agregado grueso .....	70
Figura 13	Cantidad de materiales .....	75
Figura 14	Comparación de la resistencia a la flexión de los grupos de estudio .....	76
Figura 15	Comparación de la resistencia a la flexión de los grupos de estudio .....	78
Figura 16	Comparación de la resistencia a la flexión de los grupos de estudio .....	81
Figura 17	Adición del desmoldante a los moldes prismas rectangulares para vigas de 45 x 15 x 15 cm. ....	126
Figura 18	Selección del agregado fino.....	126
Figura 19	Selección del agregado Grueso.....	126
Figura 20	Pesaje del agregado fino para el diseño de mezcla de concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> . ....	127
Figura 21	Pesaje del agregado grueso para el diseño de mezcla de concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> .....	127
Figura 22	Pesaje del agua para el diseño de mezcla concreto para las vigas de concreto f'c=210kg/cm <sup>2</sup> .....	128

Figura 23 Pesaje del cemento tipo I para el diseño de mezcla concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .	129
Figura 24 Pesaje de las adiciones de 3% y 5% de vidrio molido	129
Figura 25 Pesaje de las adiciones de 7%.	130
Figura 26 Adición del agregado fino al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .	130
Figura 27 Adición del agregado fino al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .	130
Figura 28 Adición de agua 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 3,5 y 7 % de vidrio molido.	131
Figura 29 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 3,5 y 7 % de vidrio molido.	131
Figura 30 Adición del 3% de vidrio molido al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	132
Figura 31 Adición del 5% de vidrio molido al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	133
Figura 32 Adición del 7 % de vidrio molido al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	133
Figura 33 Ensayo del SLUMP para determinar su asentamiento del concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .	133
Figura 34 Ensayo del SLUMP para determinar su asentamiento del concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .	134
Figura 35 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 adición de 3,5 y 7% de vidrio molido.	134
Figura 36 proceso de fraguado de las vigas de concreto con una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición del 3%, 5% y 7% de vidrio molido	135
Figura 37 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%, 5% y 7% de vidrio molido.	136
Figura 38 Muestra poblacional de las vigas de concreto.	136

Figura 39 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). .....	137
Figura 40 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 7 días de curado (Patrón).....	137
Figura 41 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). .....	138
Figura 42 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 14 días de curado (Patrón).....	138
Figura 43 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) .....	139
Figura 44 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días de curado (Patrón).....	139
Figura 45 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 3% de vidrio molido a los 7 días de curado.....	140
Figura 46 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 3% de vidrio molido a los 7 días de curado.....	140
Figura 47 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 3% de vidrio molido a los 14 días de curado.....	141
Figura 48 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 3% de viruta metálica a los 14 días de curado.....	141
Figura 49 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 3% de viruta metálica a los 28 días de curado.....	142
Figura 50 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 3% de vidrio molido a los 28 días de curado.....	142
Figura 51 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 viruta metálica a los 7 días de curado.....	143
Figura 52 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 5% de vidrio molido a los 7 días de curado.....	143

Figura 53 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 viruta metálica a los 14 días de curado .....	144
Figura 54 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 7% de vidrio molido a los 14 días de curado .....	144
Figura 55 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 viruta metálica a los 28 días de curado .....	145
Figura 56 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 7% de viruta metálica a los 28 días de curado .....	145
Figura 57 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 7% de vidrio molido a los 7 días de curado .....	146
Figura 58 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 7% de vidrio molido a los 7 días de curado .....	146
Figura 59 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 7% de vidrio molido a los 14 días de curado .....	147
Figura 60 Rotura de las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 7% de vidrio molido a los 14 días de curado .....	147
Figura 61 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 7% de vidrio molido a los 28 días de curado .....	148
Figura 62 Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición del 7% de vidrio molido a los 28 días de curado .....	148

## RESUMEN

La presente indagación tuvo por propósito cardinal examinar la incidencia que posee la incorporación de vidrio pulverizado en la resistencia a la flexión del concreto, con la intención de verificar si dicho insumo reciclado podría potenciar las cualidades mecánicas del concreto tradicional de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Para tal fin, se elaboraron múltiples dosificaciones donde el árido fino fue parcialmente sustituido por vidrio molido en proporciones variables, siendo todas ellas sometidas a ensayos de flexión bajo parámetros controlados. El estudio contempló la confrontación de las propiedades mecánicas entre las mezclas modificadas y un concreto patrón exento de adición vítrea. Se advirtieron incrementos notables en la resistencia a flexión en las muestras que contenían vidrio, destacándose aquellas con una dosificación óptima. Asimismo, se abordaron aspectos como la manejabilidad y la durabilidad del concreto con adición vítrea, constatándose que su inclusión no menoscabó el rendimiento global del material. En suma, los hallazgos revelan que la adición de vidrio molido no solo robustece la resistencia a flexión del concreto, sino que, además, promueve prácticas constructivas más sostenibles mediante la reutilización de desechos. Se sugiere su aplicación en obras estructurales que demanden mayor ductilidad y resistencia, así como la prosecución de estudios orientados a afinar la proporción ideal de vidrio molido en la mezcla.

**Palabras clave:** Concreto, vigas, agregados, diseño de mezcla, vidrio molido, flexión.

## **ABSTRACT**

In this research, the main objective was to evaluate the impact of adding ground glass on the flexural strength of concrete, seeking to determine whether this recycled material could improve the mechanical properties of traditional concrete whose resistance is 210 kg/cm<sup>2</sup>. To this end, several concrete mixtures were created in which the fine aggregate was partially replaced with ground glass in different proportions, and then subjected to flexural strength tests under controlled conditions. The inquiry encompassed the juxtaposition of the mechanical attributes of composites imbued with pulverized glass against those of orthodox concrete devoid of any vitreous admixture. Marked enhancements in flexural fortitude were discerned in the specimens containing glass particulates, particularly in those manifesting an optimal admixture ratio. Furthermore, parameters such as plasticity and longevity of the glass-modified concrete were scrutinized, corroborating that the integration of this material did not impinge detrimentally upon its holistic performance. In summation, the investigation substantiated that the incorporation of ground glass not only augments the flexural tenacity of concrete but also fosters augmented eco-efficiency in the realm of construction through the reclamation of repurposed detritus. Its deployment is thus advocated in structural undertakings necessitating heightened pliability and vigor, alongside ongoing inquiries to calibrate the ideal dosage of vitreous aggregate.

**Keywords:** Concrete, beams, aggregates, mix design, ground glass, bending.

## INTRODUCCIÓN

La demanda en constante ascenso de soluciones ecoeficientes dentro del ámbito constructivo ha estimulado la indagación de vías alternas que no solo optimicen el comportamiento mecánico de los materiales, sino que asimismo mitiguen su huella ecológica. En tal escenario, el concreto — material de uso prevalente a escala global— se enfrenta al imperativo de ser perfeccionado en lo que atañe tanto a su robustez como a su viabilidad ambiental. El reaprovechamiento de insumos, como el vidrio, se perfila como una vía auspiciosa. Históricamente descartado como desecho, el vidrio pulverizado revela un potencial significativo para su reincorporación en aplicaciones estructurales novedosas, gracias a sus atributos físico-químicos.

El presente estudio indaga la incorporación de vidrio triturado en matrices de concreto como estrategia vanguardista orientada al fortalecimiento de su resistencia flexural, parámetro esencial en la durabilidad y el rendimiento de elementos expuestos a sollicitaciones. Mediante ensayos experimentales sistemáticos, se sometieron a prueba múltiples dosificaciones de vidrio, constatándose una respuesta favorable en la capacidad del concreto para resistir esfuerzos flexionales sin menoscabar su cohesión estructural. Tales resultados no solo amplifican el espectro de reutilización de materiales en la edificación, sino que evidencian una convergencia promisoriosa entre la ingeniería de estructuras más tenaces y la gestión de residuos.

La inclusión de vidrio reciclado en formulaciones cementicias promueve una arquitectura más ecológica, alumbrando edificaciones simultáneamente dúctiles y sustentables. Las conclusiones de esta pesquisa delinean un horizonte nítido hacia la innovación en el diseño de compuestos constructivos, aportando dividendos tanto económicos como ambientales, y habilitando una reconfiguración del porvenir del concreto bajo los principios de una economía circular.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA BASE

Durante las últimas décadas, el concreto se ha consolidado como un insumo preeminente en el ámbito edificatorio, constituyéndose en el pilar primordial de las construcciones contemporáneas. Los componentes que conforman este material están expuestos de manera continua a sollicitaciones mecánicas y distorsiones, a menudo de naturaleza compleja, derivadas de la superposición de cargas que inducen esfuerzos en los elementos vigentes, particularmente en las vigas.

En virtud de ello, resulta crucial evitar respuestas estructurales que desemboquen en una conducta frágil bajo flexión, lo cual es tolerado únicamente en contextos donde se reconocen imperfecciones constructivas como aceptables. Para lograrlo, los elementos resistentes deben ser concebidos con una capacidad suficiente tanto en términos de rigidez como de ductilidad, de modo que se garantice el desarrollo del mecanismo estructural previsto

El concreto, en su estado inicial, adopta una consistencia fluida o pastosa que le permite adaptarse a diversas configuraciones geométricas. Su composición fundamental incluye agua, cemento, áridos (finos y gruesos) y aditivos. Es frecuente denominar como concreto modificado aquel que ve potenciadas ciertas propiedades mediante la incorporación de materiales adicionales.

Entre los materiales desechados con mayor frecuencia en la industria constructiva se halla el vidrio, usualmente descartado sin consideración por su potencial de reciclaje ni por sus cualidades intrínsecas. Bangerter et al. (s/f) señalan que el vidrio es una sustancia no porosa, capaz de resistir temperaturas de hasta 150anchu°C (en su forma común) sin comprometer su integridad físico-química. Esta característica posibilita su reutilización reiterada con fines análogos al original.

En el distrito de Amarilis, según el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (2019) elaborado por la misma municipalidad menciona

que después de realizar caracterización según el MINAM en todas las zonas que componen el distrito de amarilis la generación total de residuos municipales en el distrito de Amarilis es de 59,625.69 kg/día siendo equivalente a 21763.38 Tn/Año y la generación per cápita municipal es 0.75 kg/hab/día; de los cuales la composición física de residuos sólidos municipales en el distrito de Amarilis es de la siguiente manera: 49.97% de residuos orgánicos, 24.93% de residuos inorgánicos y 25.09% de residuos no reaprovechables, así mismo se menciona que según la caracterización de residuo solido el vidrio ocupa el 2.45% de total de residuos recolectados dando un total de 533.20 Tn/Año.

De igual modo, en el distrito de Amarilis, la edificación y conservación de estructuras de concreto en particular, de vigas constituye una inquietud permanente, motivada por múltiples condicionantes, tales como la carga vehicular, la exposición a entornos climáticos severos y la imperiosa necesidad de mitigar el impacto ecológico de las obras de infraestructura. Entre los retos más apremiantes se halla el de optimizar la resistencia flexural de las vigas de concreto sin incurrir en un alza sustancial de los costes ni del pasivo ambiental implicado.

La presente indagación se abocará a valorar el desempeño flexional del concreto en vigas enriquecidas con vidrio triturado, sometiendo tales especímenes a ensayos específicos para cuantificar su capacidad resistente, con el propósito de afianzar su comportamiento estructural prescindiendo del empleo de armaduras metálicas. Esta alternativa pretende ofrecer a la población de Amarilis una opción viable que, lejos de incrementar los costos, procure una solución novedosa y, a su vez, respetuosa del entorno. El objetivo central radica en fortalecer la resistencia a la flexión de las vigas mediante el uso de vidrio reciclado como insumo técnico y ecológicamente ventajoso.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿De qué manera se evaluará la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con vidrio molido en el distrito de Amarilis – Huánuco – 2024?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál será la calidad adecuada de los agregados para poder realizar un diseño de mezcla de un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ?
- ¿Cuál será el diseño de mezcla óptimo para garantizar la resistencia a la flexión de vigas de un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ?
- ¿Cuál es la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en el distrito de Amarilis – Huánuco – 2024?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con vidrio molido en el distrito de Amarilis – Huánuco – 2024.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la calidad adecuada de los agregados para poder realizar un diseño de mezcla de un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .
- Determinar el diseño de mezcla óptimo para garantizar la resistencia a la flexión de vigas de un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .
- Determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en el distrito de Amarilis – HUÁNUCO – 2024.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La indagación aquí expuesta se cimenta en un sustento teórico sólido, al estar amparada por precedentes y disposiciones normativas que rigen íntegramente tanto el procedimiento como el ensayo contemplado en el estudio.

Las normas internacionales y nacionales que se usaron para la investigación son la normativa ASTM C31 (2002) titulada práctica Para

tal fin, se recurrió a marcos regulatorios de índole internacional y nacional, destacando la norma ASTM C31 (2002), designada como práctica estandarizada para la preparación y curado in situ de probetas destinadas al ensayo del concreto, equiparable a la NTP 339.033 (2015), la cual establece directrices análogas bajo el título de práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Ambas regulaciones detallan con precisión las dimensiones de las muestras, el protocolo de fabricación y las condiciones de curado correspondientes.

Asimismo, fue incorporada la norma ASTM C293 (2002), correspondiente al método de prueba estándar para la RF del concreto (empleando viga simple con carga centrada), equivalente a la NTP 339.079 (2012), que prescribe el método de ensayo para la determinación de la RF del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas centradas. En estas se especifica tanto el instrumental requerido como la metodología aplicable para efectuar el cálculo pertinente.

Adicionalmente, se integraron las normativas nacionales NTP 400.037, NTP 339.088 y NTP 339.059, las cuales fueron adoptadas como referencias fundamentales para garantizar un control de calidad riguroso en la confección del concreto y en el diseño de mezcla. Estas últimas reglamentan el control de los componentes que integran el concreto y aseguran condiciones óptimas para la ejecución del ensayo de resistencia a la flexión, eje central de la presente investigación..

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La presente indagación permitió dilucidar el desempeño mecánico del concreto al incorporar vidrio molido, siendo las muestras sometidas a ensayos de resistencia a la flexión, lo cual permitió evaluar su aptitud para soportar cargas considerables sin recurrir al empleo de armaduras metálicas.

El desarrollo del estudio se rigió por los preceptos técnicos establecidos en las normas internacionales ASTM C31 y ASTM C293, así como en las disposiciones nacionales NTP 339.033 (2015) y NTP

339.079 (2012). Conforme a dichas normativas, el ensayo de flexión sobre vigas de concreto dio inicio con la confección de especímenes, moldeando elementos prismáticos de 15x15 cm de sección transversal y una longitud no inferior a 45 cm, asegurando su adecuado curado conforme a lo dispuesto por ASTM.

Posteriormente, cada viga fue colocada en el equipo de prueba, apoyada sobre dos puntos con la separación reglamentaria. Se aplicó una carga centrada de forma progresiva (ASTM C293) hasta la ocurrencia de la falla estructural. A lo largo del procedimiento se registró la carga máxima soportada y se documentó la morfología de la fractura. Con estos datos se procedió al cálculo del módulo de ruptura, empleando la fórmula pertinente que contempla la posición del esfuerzo aplicado. Finalmente, los resultados obtenidos fueron analizados y cotejados con los valores establecidos por la normativa, a fin de determinar la capacidad resistente del concreto.

El estudio, además de contribuir a la comprensión técnica del material, propició una disminución en los costos de producción de las vigas, manteniendo su capacidad portante sin requerir armaduras de acero. De igual modo, representa un aporte al mitigamiento del impacto ambiental que afecta a la población de Huánuco, al promover el uso de vidrio reciclado como componente alternativo en la fabricación de elementos estructurales, con miras a optimizar su resistencia a la flexión.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

La presente indagación procuró obtener hallazgos auspiciosos mediante la incorporación de vidrio pulverizado en la fase de confección del concreto, con el objeto de optimizar su RF. De verificarse dichos resultados, ello redundaría en un beneficio sustancial para el elemento portante analizado —la viga—, otorgando certidumbre en los cálculos a los proyectistas y, por ende, mayor resguardo a los moradores vinculados a diversas iniciativas constructivas.

En tal sentido, esta pesquisa ofreció una contribución tanto en el plano teórico, como insumo para indagaciones venideras, como en la

esfera societal, al presentar una alternativa viable que podría ser contemplada en emprendimientos edilicios de índole pública o privada. Asimismo, permitiría robustecer la confiabilidad estructural ante contingencias sísmicas. Aunque centrada en el ámbito territorial de Amarilis, la presente propuesta posee potencial de extrapolación y réplica en escalas local, regional e incluso nacional.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- ✓ Son escasos los recintos especializados que permitan auscultar el comportamiento flexural de vigas de concreto adicionadas con vidrio triturado.
- ✓ En el ámbito investigativo, se constata una notoria escasez de estudios afines al empleo de vidrio molido, lo cual torna el proceso indagatorio relativamente arduo.

### **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente pesquisa ostenta viabilidad plena, en tanto su ejecución se revela practicable en diversos planos, según se detalla a continuación:

- Teórica: La investigadora llevó a cabo un examen minucioso de bibliografía especializada y cuerpos normativos vinculados al tópico, lo cual respalda la procedencia del estudio, dado que aplicará un protocolo experimental riguroso en laboratorio para la obtención de datos fidedignos.
- Económica: La ejecutora dispone de solvencia suficiente para afrontar los desembolsos concernientes a los ensayos y demás requerimientos vinculados al desarrollo óptimo del trabajo.
- Recursos humanos: Contará con la colaboración de personal técnicamente competente que brindará asistencia en las distintas etapas del estudio, incluyendo la manufactura de las vigas de concreto y la ejecución de los respectivos ensayos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Ahumada (2024) en su disertación titulada “Coeficiente de orientación en hormigones de ultra alta resistencia reforzados con fibras y su relación con los métodos de hormigonado”, se propuso indagar el influjo de las distintas estrategias de vertido sobre la disposición direccional de las fibras en el UHPFRC y, en consecuencia, sobre sus atributos mecánicos, en particular la capacidad frente a sollicitaciones de flexotracción. Para ello, articuló un protocolo experimental que comprendió la elaboración de vigas (en disposición horizontal y vertical) y losas, empleando variantes en el vertido (punto fijo en el extremo, en el centro, en desplazamiento continuo, así como velocidades alta, intermedia y reducida). Se llevaron a cabo 48 pruebas de flexión por losa (suma total: 144), evidenciándose oscilaciones notables en la resistencia a tracción: a modo ilustrativo, en las losas, la media de resistencia residual alcanzó 8.22 MPa cuando el vertido fue central, mientras que descendió a 5.74 MPa en el caso de vertido en la esquina. De igual forma, se advirtieron divergencias en las gráficas tensión-deformación, constatándose que tanto el patrón de flujo del hormigón como el fenómeno de adherencia a las paredes inciden en la orientación fibrilar. Para la caracterización, se recurrió a dos metodologías (PNE 83519 y la herramienta UHPFRCMat), cuyos dictámenes resultaron convergentes. Como hallazgo cardinal, la investigación plantea coeficientes de orientación de referencia condicionados por la modalidad de vertido, la espesura y la morfología del elemento, aspecto crucial para optimizar la estimación estructural en piezas de UHPFRC.

Macías (2024) en su indagación “Análisis comparativo de la resistencia a flexión en vigas fabricados con hormigón tradicional y hormigón reciclado”, orientó su propósito central a escrutar

empíricamente el desempeño ante flexión de vigas ejecutadas con disímiles proporciones de HR, contrastándolas con el HC, conforme a las directrices de ACI 211.1 y ASTM C78-02. Se acometieron indagaciones con áridos reprocessados en cuantías del 15%, 25% y 30%, constatándose que el HR con un 15% de triturado evidenció el comportamiento más sobresaliente, rebasando al HC con un módulo de ruptura de 47.008 kg/cm<sup>2</sup> frente a 41.185 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, alcanzando una divergencia de 5.823 kg/cm<sup>2</sup>. Por el contrario, al incrementarse la fracción reciclada, la tenacidad menguó: se registraron valores de 36.89 kg/cm<sup>2</sup> (25%) y 32.39 kg/cm<sup>2</sup> (30%). Los cuadros y representaciones gráficas corroboran tales hallazgos, ilustrando curvas de sollicitación, momentos resistentes y distribución granulométrica de los componentes pétreos. Como inferencia cardinal, se concluye que la inclusión del 15% de HR no solo resulta factible, sino también beneficiosa para aplicaciones estructurales de exigencia moderada, fomentando así prácticas edificatorias más ecológicas sin menoscabo.

Palomino (2023) en su indagación “Comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzado con fibras de polipropileno sometidas a cargas cíclicas”, El propósito fue indagar el influjo del número de ciclos de carga-descarga sobre la respuesta mecánica de componentes de hormigón reforzado con fibras de polipropileno. Los ensayos revelaron que la incorporación de dichas fibras alteró el desempeño de las vigas: las mezclas con 1.8 kg/m<sup>3</sup> evidenciaron fracturas súbitas, en tanto que aquellas con 4.5 kg/m<sup>3</sup> o más exhibieron una conducta más dúctil. Se constató que la RF fluctuó en función del contenido fibroso y de la carga cíclica impuesta, alcanzando una merma de hasta 57.35% en especímenes con 6.0 kg/m<sup>3</sup> tras 600 ciclos. El módulo elástico, en mezclas con árido grueso de 19 mm, osciló entre 31,155.61 MPa y 27,986.27 MPa, mientras que con agregado de 12.7 mm varió entre 20,181.36 MPa y 18,800.24 MPa. En síntesis, se corroboró que las fibras de polipropileno incrementan la ductilidad y la capacidad de disipación energética, aunque la sollicitación cíclica compromete de forma

sustantiva la resistencia del hormigón, lo cual evidencia una tensión inherente entre tenacidad y robustez estructural al proyectarse para usos expuestos a esfuerzos dinámicos.

Beltrán (2023) en “Material compuesto epóxico/fique, como refuerzo externo en elementos de concreto sometidos a flexión”, La finalidad consistió en auscultar el efecto del apuntalamiento externo de vigas de hormigón mediante materiales compuestos epóxico/fique sobre su RF y su módulo elástico. Los datos computacionales arrojaron que el laminado con entramado cerrado alcanzó una tensión máxima de 5 MPa y un módulo de elasticidad de 148 MPa, en tanto que el de malla más laxa registró 3.83 MPa y 140 MPa, respectivamente. Las vigas intervenidas evidenciaron un incremento en su aptitud portante y RF del 10% con el entramado laxo y del 20% con el entramado tupido. Las deformaciones verticales descendieron un 10% y 20% en cada caso. Se infiere que el refuerzo con materiales epóxico/fique optimiza de forma sustancial la robustez estructural y la ductilidad de los elementos, mostrando mayor eficacia cuando se emplea entramado cerrado. Asimismo, la matriz epóxica exhibió una respuesta linealmente elástica, con una resistencia de 3 MPa y un módulo de 129 MPa. Tales hallazgos ponen de manifiesto la viabilidad de dicho compuesto en el ámbito de la ingeniería estructural, impulsando la incorporación de fibras naturales en soluciones materiales avanzadas.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Seguil (2024) en “Influencia de la fibra de vidrio y vidrio molido reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>”, se propuso esclarecer el impacto de dichos aditivos sobre la capacidad resistente del concreto frente a esfuerzos de compresión y flexión. Los hallazgos evidencian que la RF a los 28 días alcanzó 35.87 kg/cm<sup>2</sup> en la mezcla convencional, 39.84 kg/cm<sup>2</sup> con una inclusión del 2% de fibra de vidrio y 36.41 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar un 10% de vidrio triturado. Respecto a la resistencia compresiva en el mismo lapso, los registros fueron de 271.37 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto sin aditivos, 298.49

kg/cm<sup>2</sup> con 2% de fibra y 281.90 kg/cm<sup>2</sup> con 10% de vidrio molido. La indagación concluyó que la fibra de vidrio potencia la resistencia del material, en tanto que el vidrio reciclado manifiesta una oscilación leve en sus efectos. Se recomienda proseguir con estudios orientados a afinar las dosificaciones para maximizar las cualidades del concreto.

Quispe y Córdova (2024) en “Diseño de concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando concreto reciclado y vidrio molido en reemplazo del 30% y 50% de los agregados naturales para su aplicación en veredas”, propusieron examinar la factibilidad de sustituir parcialmente los agregados pétreos vírgenes por residuos de concreto y vidrio triturado en proporciones del 30% y 50%, con miras a obtener un concreto con resistencia característica de  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>. Los ensayos revelaron valores de resistencia a flexión de 2.51 MPa (25.60 kg/cm<sup>2</sup>), 2.25 MPa (22.97 kg/cm<sup>2</sup>) y 2.00 MPa (20.44 kg/cm<sup>2</sup>) a los 7 días; mientras que a los 28 días, los registros ascendieron a 3.34 MPa (34.04 kg/cm<sup>2</sup>), 3.13 MPa (31.87 kg/cm<sup>2</sup>) y 2.79 MPa (28.45 kg/cm<sup>2</sup>). De igual forma, se constató una atenuación en la huella de carbono al incrementar el uso de materiales reciclados, observándose emisiones de CO<sub>2</sub> de 453.74 kg en la mezcla patrón, 445.93 kg en el diseño M1 y 441.47 kg en el diseño M2. En suma, la incorporación de concreto reciclado junto con vidrio pulverizado se presenta como una alternativa técnicamente viable y ambientalmente favorable para su empleo en veredas, al ajustarse a los requerimientos normativos y mitigar el perjuicio ecológico.

Rivera (2023) en “Adición de pigmentos de anilina y vidrio molido para mejorar las propiedades del concreto en instituciones educativas”, El propósito cardinal consistió en dilucidar la repercusión de dichos aditivos sobre las propiedades tanto físicas como mecánicas del concreto. El estudio contempló la elaboración de 36 cilindros y 36 elementos prismáticos, empleando formulaciones experimentales que integraron un 3%, 4% y 6% de pigmentos a base de anilina junto con vidrio triturado. En lo que atañe a los datos cuantitativos, el grado de

asentamiento evidenció un ascenso respecto a la mezcla de referencia (3 4/7”), alcanzando 4 2/3” con la formulación GE3. Por su parte, la masa específica aumentó de 2389 kg/m<sup>3</sup> (patrón) a 2412 kg/m<sup>3</sup> (GE2). La capacidad resistente a compresión evolucionó de 286.87 kg/cm<sup>2</sup> (patrón) hasta 345.00 kg/cm<sup>2</sup> (GE3), mientras que la resistencia a flexión experimentó una leve merma, pasando de 46.33 kg/cm<sup>2</sup> (patrón) a 45.97 kg/cm<sup>2</sup> (GE3). Las representaciones gráficas y tabulares exponen ensayos granulométricos, mediciones de revenimiento, determinaciones de densidad y evaluaciones de esfuerzos, todo ello regido por los lineamientos normativos ASTM. Como corolario principal, se concluyó que la incorporación sinérgica de anilina pigmentada y vidrio finamente molido potencia de forma notoria la resistencia a compresión del concreto, sin menoscabar sus demás atributos, posicionándose como una opción sustentable para optimizar la calidad en edificaciones educativas.

León (2020) en “Estudio experimental para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  adicionando vidrio molido con viruta de acero, Ventanilla 2020”, La finalidad primordial consistió en examinar el impacto que ejerce la inclusión de vidrio pulverizado (en proporciones del 12% y 40%) y limaduras de acero (en tasas del 5% y 11%) sobre la resistencia mecánica del concreto convencional. Para tal fin, se elaboraron 90 especímenes cilíndricos y 45 elementos prismáticos, los cuales fueron sometidos a ensayos de compresión, tracción y flexión a los 7, 14 y 28 días de curado. Entre los hallazgos más relevantes se observa que las mezclas que incorporaron 12% de vidrio molido junto con 5% u 11% de viruta metálica superaron la resistencia a compresión del concreto de referencia (210 kg/cm<sup>2</sup>), registrando valores superiores a los 230 kg/cm<sup>2</sup>. Por el contrario, las formulaciones que contenían un 40% de vidrio mostraron un desempeño mecánico decreciente, con reducciones de hasta un 25% respecto al patrón. En cuanto a la resistencia a flexión, se verificaron aumentos del orden del 8% al 11% bajo la combinación de 12% de vidrio y 11% de

viruta, mientras que la tracción se vio fortalecida hasta en un 15% bajo estos mismos parámetros. En suma, se concluye que la incorporación medida de vidrio molido y residuos férricos puede incrementar de manera significativa las cualidades estructurales del concreto, dotándolo de mayor robustez y sostenibilidad; sin embargo, un exceso en el contenido vítreo repercute negativamente en su comportamiento estructural.

Rodriguez y Rodriguez (2020) en “Efecto del vidrio molido en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo 2019”. Su propósito esencial radica en establecer la incidencia del vidrio esmerilado en las cualidades físicas y estructurales del concreto fabricado con árido proveniente de la cantera “El Milagro”, situada en Trujillo. El estudio concluye que, tras examinar vigas de concreto con dimensiones de 6”x6”x21” luego de un periodo de curado de 28 días, las muestras que incorporaron vidrio triturado no arrojaron desempeños favorables; únicamente la dosificación con 3% presentó una mejora marginal, alcanzando un aumento de apenas 45.61 kg/cm<sup>2</sup>.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Espinoza y Arquñigo (2022) en la disertación denominada “Evaluación de la resistencia a la flexión para un pavimento rígido F'C = 280 kg/cm<sup>2</sup>, con la adición de fibra de acero y macrofibra de polipropileno frente al diseño tradicional en la Ciudad de Huánuco – 2021”, donde su objetivo fue analizar la influencia de la adición de fibra de acero y macrofibra de polipropileno en la resistencia a la flexión de pavimentos rígidos en comparación con el concreto convencional. Los resultados muestran que la resistencia a la flexión aumentó en un 8.71% con la adición de 20 kg de fibra de acero y en un 18.64% con 6 kg de macrofibra de polipropileno. Sin embargo, con 8 kg de macrofibra de polipropileno, la resistencia disminuyó en un 4.28% con respecto al concreto tradicional. En síntesis, ambas fibras contribuyen a enaltecer la resistencia a la flexión del pavimento rígido cuando son empleadas con

tino, aunque su empleo desmedido podría tornarse contraproducente. Se insta a proseguir con pesquisas que aborden su comportamiento bajo variadas solicitudes y escenarios de perdurabilidad.

Bejarano y Villaverde (2024) en la disertación titulada “Estudio de las propiedades Físico – Mecánicas del concreto F'C=210 kg/cm<sup>2</sup> con fibras de acero reciclado en Huánuco”, donde su objetivo fue evaluar el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en las propiedades físico-mecánicas del concreto con resistencia de  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados revelan que la consistencia del concreto fresco disminuyó hasta un 43.72% en la muestra con fibras de 8 cm y dosificación de 60 kg/m<sup>3</sup>. Sin embargo, la resistencia a la compresión mejoró en un 8.23% y la resistencia a la flexión aumentó en un 29.84% en la muestra con fibras de 6 cm y dosificación de 20 kg/m<sup>3</sup>. Se concluye que la adición de fibras de acero reciclado mejora significativamente la resistencia del concreto, especialmente en la flexión, pero afecta la trabajabilidad. La mejor combinación encontrada fue de 6 cm de longitud y 20 kg/m<sup>3</sup> de dosificación, logrando un equilibrio entre resistencia y manejabilidad, lo que sugiere su viabilidad para aplicaciones estructurales sostenibles.

Huaman (2024) en la tesis titulada “Evaluación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con viruta metálica al 5, 7 y 10% para un  $f'_c=210$ kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de HUÁNUCO – 2024”, se propuso indagar el efecto potenciador de la incorporación de viruta metálica en proporciones del 5%, 7% y 10% sobre la RF de vigas de concreto con  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Los registros experimentales evidencian que, a los 28 días, la resistencia a la flexión media alcanzó los 51.08 kg-f/cm<sup>2</sup> con 5% de adición, 52.37 kg-f/cm<sup>2</sup> con 7%, y 54.17 kg-f/cm<sup>2</sup> con 10%, superando en todos los escenarios al conjunto de control, cuyos valores fueron inferiores. Asimismo, la prueba t arrojó una disparidad estadísticamente significativa entre el grupo testigo y el que contenía 10% de viruta metálica ( $t=-59.139$ ,  $p=0.001<0.05$ ), lo que corrobora el

influjo benéfico de dicha adición sobre la resistencia a la flexión. En suma, la inclusión de viruta metálica en las proporciones ensayadas robusteció de modo notorio la RF del concreto, legitimando su aplicabilidad en elementos estructurales de exigencia mecánica elevada. Se exhorta a proseguir con indagaciones longitudinales que permitan dilucidar su longevidad y desempeño ante diversas inclemencias ambientales.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. CONCRETO**

Porrero et al. (2014) señala que el concreto puede escindirse en dos componentes esenciales: por un lado, una masa viscosa y dúctil que posee la facultad de solidificarse paulatinamente; por otro, los áridos insertos en dicha pasta, la cual se conforma por agua y un aglomerante (cemento). El agua desempeña un doble cometido: no solo permite amalgamar los elementos, sino que también interviene en la reacción química que propicia el endurecimiento del cemento.

#### **2.2.1.1. COMPOSICIÓN DEL CONCRETO**

- **Cemento**

Abanto (s/f) sostiene que el cemento constituye un insumo industrial de amplia accesibilidad, el cual, al amalgamarse con agua, ya sea en solitario o junto a áridos como arena, piedra u otros análogos, manifiesta la capacidad de entablar una reacción paulatina con el líquido, generando así un cuerpo consolidado. En esencia, se trata de un clínker pulverizado con gran fineza, sometido a calcinación a elevadas temperaturas, y compuesto por una dosificación equilibrada de cal, alúmina, óxidos férricos y sílice.

- **Aire**

Conforme a lo expuesto por Sánchez (2001), durante la mezcla del concreto se encapsulan burbujas de aire de manera inadvertida (aire naturalmente ocluido), las cuales tienden a

evacuarse en el proceso de compactación, que se realiza tras la colocación del conglomerado.

- **Agua**

Abanto (s/f) señala que el agua constituye un vector indispensable en la elaboración del hormigón, dado su influjo directo sobre la resistencia mecánica, la docilidad y el desempeño final del material endurecido.

De acuerdo con la NTP 339.088 (2019), dicho fluido debe ser potable, a fin de no comprometer las propiedades intrínsecas del concreto.

**Tabla 1**  
Calidad del Agua

<b>SUSTANCIAS DISUELTAS</b>	<b>VALOR MAXIMO ADMISIBLE</b>
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Solidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

*Nota.* Se muestra las características del agua. Fuente: Abanto (s/f)

- **Agregado Fino**

Conforme a lo estipulado en la NTP 400.037 (2018), este tipo de árido —ya sea de procedencia natural o manufacturada— se caracteriza por atravesar el tamiz de 3/8 pulg., quedando, no obstante, retenido en la malla correspondiente al tamiz N°200.

**Tabla 2**  
Granulometría para agregado fino

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa</b>
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (N°.4)	95 a 100
2,36 mm (N°.8)	85 a 100
1,18 mm (N°.16)	50 a 85
600 um (N°.30)	25 a 60

300 um (N°.50)	5 a 30
150 um (N°.100)	0 a 10
75 um (N°.200)	0 a 3,0 <sup>A,B</sup>

*Nota.* La tabla muestra la granulometría del agregado fino. Fuente: NTP 400.037 (2018).

- **Agregado Grueso**

Agregado grueso se define al material retenido en el tamiz (N°4) que esta proveniente de las demoliciones de rocas que se pueden establecer como piedras chancadas.

**Tabla 3**

Granulometría para agregado grueso

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa</b>
9,5 mm (1 pulg)	100
19,00 mm (3/4")	90 a 100
12,500 mm (1/2")	47 a 75
9,500 mm (3/8")	20 a 55
4,750um (N° 4)	0 a 10
2,360 um (N° 8)	0 a 50

*Nota.* Granulometría del material grueso. Fuente: NTP 400.037 (2018).

### 2.2.1.2. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Giraldo (2019) arguye que, pese a la pluralidad de propiedades significativas del concreto, su configuración obedece a un proceder de índole empírica, en el cual la mayoría de los esquemas de dosificación se orientan primordialmente a alcanzar una resistencia compresiva idónea para una cronología específica, así como una manejabilidad ajustada a un lapso determinado. Una vez que una edificación entra en fase operativa, el hormigón debe concebirse de modo que satisfaga ciertos parámetros técnicos. Para optimizar su desempeño, se recurre a un procedimiento denominado cálculo de proporciones, mediante el cual se determina la cuantía precisa de cada insumo requerido en la elaboración del concreto. Existen diversas metodologías para concebir mezclas, algunas de ellas notablemente intrincadas, dada la profusión de variables que inciden en su rendimiento. No

obstante, es factible optar por un esquema metodológico en función del contexto, aunque persiste la incertidumbre respecto a cuál de ellos brinda los resultados más excelsos.

- **Dosificación de una mezcla de concreto**

Giraldo (2019) postula que la dosificación del concreto que responda a tales exigencias, empleando los insumos disponibles, debe alcanzarse mediante un mecanismo de tanteo iterativo o, en su defecto, un sistema de ajustes sucesivos. Esta modalidad implica elaborar una mezcla preliminar conforme a proporciones iniciales, definidas a través de métodos diversos. A dicho preparado se le aplican ensayos de control cualitativo como el abatimiento, pérdida de plasticidad, peso específico, tiempos de endurecimiento y RF. Si los valores obtenidos distan de los umbrales estipulados o no alcanzan el estándar deseado, se procede a recalibrar las proporciones, rehacer la mezcla y someterla nuevamente a la batería de pruebas. En caso de reincidir en el incumplimiento de los parámetros, resulta imperativo reexaminar los componentes empleados, la estrategia de dosificación y formular una nueva mezcla hasta que las exigencias normativas sean colmadas.

### **2.2.1.3. CONCRETO DE RESISTENCIA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>**

Según el manual de Aceros Arequipa (2010), la dosificación aconsejada para este tipo de concreto contempla: una bolsa de cemento, dos tercios de carretilla de arena gruesa, dos tercios de carretilla de piedra fragmentada y la cantidad de agua necesaria para alcanzar una textura plástica que facilite una correcta manipulación. Esta mezcla es análoga a la utilizada en elementos estructurales como columnas y vigas.

**Figura 1**  
*Dosificación del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>*



*Nota:* Se muestra la dosificación del concreto manual. Fuente: Manual Aceros Arequipa (2010).

- **Características del concreto**

**Tabla 4**  
*Características de la elaboración del concreto 210kg/cm<sup>2</sup>*

CARACTERÍSTICAS	20 kilos	40 kilos
<b>TÉCNICAS</b>		
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	210 kg. /cm <sup>2</sup>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Mezcla seca con Cemento Tipo I + Arena gruesa + Piedra Huso 89	
<b>PROPORCIÓN</b>	Arena Gruesa = 52% y Piedra Chancada = 48%	
<b>RELACIÓN (AGUA/CEMENTO)</b>	0.69	
<b>SLUMP (ASENTAMIENTO)</b>	2 a 3 Pulgadas	
<b>CUMPLE CON</b>	NTP 334.123, NTP 400.037	
<b>CANTIDAD DE AGUA POR BOLSA (LITROS)</b>	2.25 a 2.375	4.50 a 4.75
<b>RENDIMIENTO POR BOLSA</b>	0.009 m <sup>3</sup>	0.018 m <sup>3</sup>
<b>PARA 1 m<sup>3</sup> SE REQUIERE</b>	111 bolsas	56 bolsas

*Nota.* Se muestra las características de un concreto. Fuente: Quikrete Perú (s/f)

### 2.2.1.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO

- **Manejabilidad del Concreto**

Peña y López (2019) sostienen que la aptitud del hormigón fresco para ser amalgamado, manejado, trasladado, dispuesto, densificado y afinado sin comprometer su uniformidad interna

(sangrado o segregación) se denomina trabajabilidad. El nivel óptimo de dicha propiedad en cada obra está condicionado por las dimensiones y geometría del componente a ejecutar, la configuración y calibre del armado, así como por los procedimientos empleados tanto en su vertido como en su compactación.

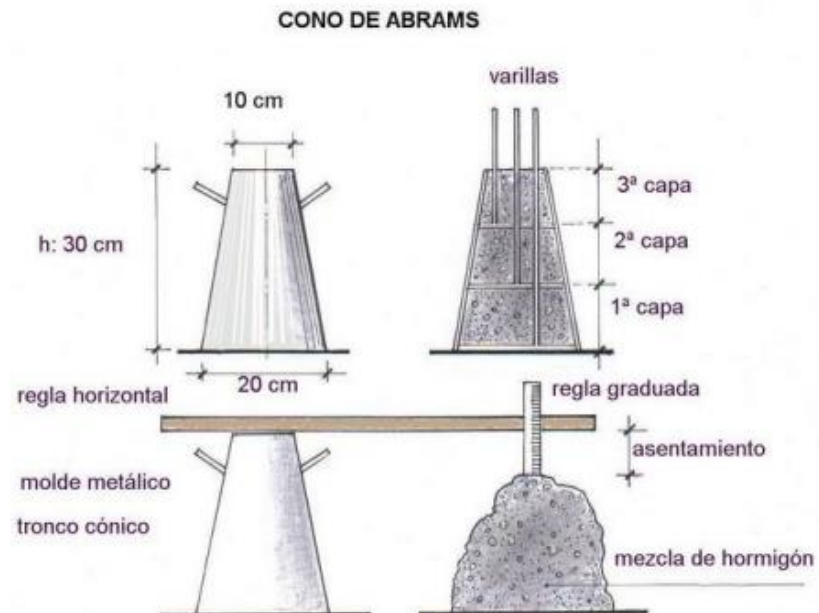
Según la NTP 339.035 (2009), la fluencia del concreto se determina a través del ensayo de asentamiento empleando el cono de Abrams.

- **Cono de Abrams**

Perles (2006) refiere que se introducen tres estratos equivalentes de la mezcla en el molde troncocónico, compactando cada uno mediante una varilla metálica de 60 cm, a través de 25 impactos vigorosos que penetran en la masa por consolidar. Al llegar al borde superior, se procede a alisar la superficie del hormigón con ayuda de una cuchara, dejándola nivelada.

**Figura 2**

*Asentamiento del concreto por el método del cono de Abrams*



*Nota.* Cono de Abrams. Fuente: Carrasco y Ccorahua (2021)

- **Consistencia de mezclas según su asentamiento**

Consistencia seca: Mezcla cuya formulación exhibe una preeminencia de áridos o una proporción hídrica insuficiente respecto a los demás constituyentes.

Consistencia plástica: Mezcla concebida para desplazarse con facilidad y conformarse al moldeado sin experimentar segregación.

Consistencia fluida: Mezcla elaborada con un contenido acuoso elevado, evidenciado por su alta movilidad en el interior de los encofrados

**Tabla 5**  
*Consistencia y asentamiento*

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento</b>
Seca	0" (0cm) a 2" (5cm)
Plástica	3" (7.5cm) a 4" (10cm)
Fluida	≥5" (12.5cm)

*Nota.* Se muestra valores de la mezcla. Fuente: Aceros Arequipa (s/f).

- **Exudación**

El mecanismo mediante el cual una fracción del contenido acuoso se desprende del cuerpo de la mezcla y asciende hacia la superficie del concreto se conoce como exudación. Los elementos sólidos se sedimentan en el seno plástico del material, fenómeno análogo al de los procesos de decantación. Inicialmente, antes de que incidan la viscosidad y la disparidad de densidades, dicho comportamiento se rige por principios físicos vinculados al desplazamiento de líquidos en redes capilares. La metodología estandarizada para cuantificar la exudación está prescrita en la ASTM C-232, requiriéndose únicamente una pipeta como complemento al instrumental habitual de laboratorio (balanzas, moldes y cilindros aforados).

- **Segregación**

Carrasco y Ccorahua (2021) afirman que los constituyentes de esta mezcla tienden a disociarse mientras aún se halla en estado fresco, fenómeno que suele originarse en una deficiencia de cohesión interna.

Esto da lugar a un concreto menos competente, con inferior resistencia mecánica y un acabado deficiente. La terminación superficial de un elemento estructural se ve comprometida por la emergencia de fisuras o vacíos, lo que repercute en una mengua de su capacidad estructural y longevidad.

Se distinguen dos modalidades de segregación:

- **Segregación interna:**

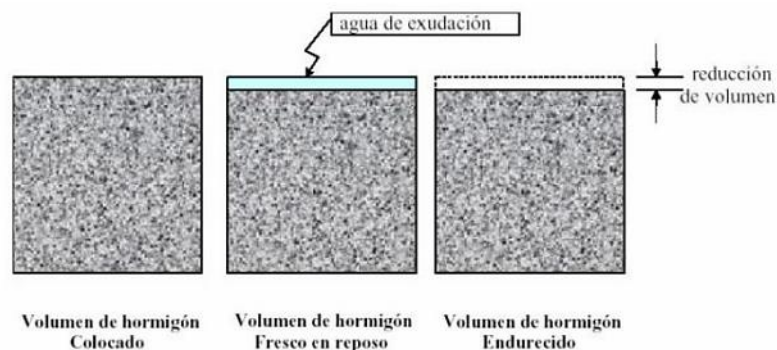
Aquí, las fracciones gruesas tienden a disgregarse —ya sea por gravedad o insuficiente adherencia—, o bien la pasta se aparta de los áridos.

- **Segregación externa:**

Cuando las solicitaciones externas aplicadas sobre el concreto fresco sobrepasan las fuerzas internas de cohesión. Este fenómeno suele manifestarse durante las etapas de transporte, vaciado y consolidación vibratoria.

**Figura 3**

*Prueba para medir la exudación*



*Nota.* Exudación del concreto fresco. Fuente: Civilgeeks (2018).

• **Curado del concreto**

Niño (2010) señala que el suministro de agua debe efectuarse una vez que el hormigón ha adquirido rigidez, a fin de asegurar que el grano cementoso alcance una hidratación plena. La dosis

suplementaria de agua requerida varía en función de las condiciones térmicas y la higrometría del entorno donde se halla el concreto, dado que una merma en la humedad relativa propicia una evaporación más acelerada. Para que los poros originalmente colmados de agua sean debidamente ocupados por los productos secundarios derivados de la hidratación del cemento, es imprescindible que el concreto se conserve en estado saturado o lo más próximo a dicho umbral durante todo el proceso de curado.

- **Endurecimiento del concreto**

Este fenómeno físico carece de etapas netamente diferenciadas, aunque guarda una vinculación estrecha con el fraguado, entendido como la fase incipiente de hidratación en la que interactúan el agua y el cemento. En dicho intervalo se desencadena una reacción química generadora de un coloide gelatinoso conforme los compuestos cementantes reaccionan con el agua. La evolución del endurecimiento es sumamente paulatina, lo cual posibilita la disipación parcial del agua indispensable para dicha hidratación. Tal pérdida conlleva una merma sustancial en la resistencia final y marca la transición de la pasta desde una condición líquida hacia un estado consolidado.

## **2.2.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN VIGA**

### **2.2.2.1. DIMENSIONES DE ESPÉCIMEN DE VIGA**

Según ASTM C31 (2003), las muestras destinadas a la determinación de la RF del concreto deben consistir en prismas moldeados y sometidos a fraguado en orientación horizontal. La longitud de tales cuerpos de prueba debe superar en al menos 2 pulg (50 mm) el triple de su altura en la disposición prevista para el ensayo. Asimismo, la proporción entre el ancho y la altura —en la postura de moldeo— no debe sobrepasar el valor de 1.5. El espécimen estándar adopta una sección transversal de 6 x 6 pulg (150 x 150 mm).

La NTP 339.033 (2015) estipula que, en caso de que el tamaño nominal máximo del agregado grueso rebase los 50 mm, la menor dimensión de la sección transversal de la viga deberá equivaler como mínimo al triple de dicho tamaño nominal. Salvo que las disposiciones del proyecto especifiquen lo contrario, las probetas tipo viga confeccionadas en obra no deben presentar ni ancho ni altura inferiores a los 150 mm.

Por su parte, la NTP 339.059 (2011) establece que las vigas empleadas para evaluar la RF deben contar con sección ortogonal, la cual podrá ser de 100 mm x 100 mm si el agregado máximo no excede los 25 mm; de lo contrario, deberá adoptarse una sección de 150 x 150 mm. Las dimensiones de dicha sección deberán mantenerse dentro de un margen de  $\pm 2\%$  respecto de sus valores nominales.

**Figura 4**  
*Moldes de vigas de concreto*



*Nota.* Moldes de concreto. Fuente: Masías Mogollón (2018).

#### **2.2.2.1. APARATOS PARA LA ELABORACIÓN DE MUESTRA**

De acuerdo con ASTM C31 (2003), la confección de especímenes prismáticos requiere el uso de los siguientes implementos:

- **Moldes:** Los recipientes destinados a la formación de las probetas, así como sus abrazaderas en contacto directo con el concreto, deben estar confeccionados en acero, hierro

maleable u otro material que no posea propiedades absorbentes.

- Moldes para Vigas: Estos deben poseer la configuración geométrica y las proporciones necesarias para generar cuerpos de prueba que se ajusten a las especificaciones previamente establecidas.
- Mazo: Ha de emplearse un percutor con cabeza revestida en caucho o cuero, cuyo peso oscile entre  $1,25 \pm 0,50$  lb ( $0,6 \pm 0,2$  kg).
- Pisón: Se requiere una varilla metálica cilíndrica, rectilínea, provista de al menos un extremo con terminación semiesférica de diámetro coincidente con el cuerpo de la barra.
- Herramientas pequeñas - Deben incluirse herramientas auxiliares tales como paletas, llanas manuales, poruñas y un tacómetro calibrado con escala idónea.

#### **2.2.2.2. MÁQUINA DE ENSAYO A FLEXIÓN**

Según ASTM C293 (2002), el dispositivo mediante el cual se ejercen solicitaciones sobre el espécimen debe constar de un bloque transmisor de carga y dos apoyos que sustenten el elemento a ensayar. Es imperativo garantizar que todas las acciones se dirijan ortogonalmente a la superficie del espécimen, sin presentar desviaciones o excentricidades. Todo el conjunto instrumental destinado a ensayos de flexión bajo carga central ha de conservar invariable tanto la extensión del vano como la ubicación axial del bloque aplicador en relación con los soportes, dentro de una tolerancia de ( $\pm 1,3$  mm).

La NTP 339.079 (2012) establece que la luz libre entre los puntos de apoyo de la viga debe equivaler a tres veces su altura, admitiéndose una variación del 2%. Los cantos del prisma deberán conformar ángulos rectilíneos en las caras superior e inferior del espécimen. Cada superficie ha de presentar una textura uniforme,

exenta de hendiduras, depresiones, cavidades o inscripciones identificatorias.

### 2.2.2.3. PROCEDIMIENTO AL ENSAYO A FLEXIÓN

ASTM C293 (2002) establece que la probeta debe rotarse lateralmente respecto a su orientación de colado y posicionarse con precisión sobre el apoyo. El mecanismo de carga ha de alinearse con el vector de esfuerzo. El bloque transmisor de carga debe colocarse dentro del intervalo correspondiente al 3%–6% de la carga máxima estimada.

NTP 339.079 (2012) prescribe que la aplicación de carga sobre la viga debe efectuarse de manera continua y exenta de impactos. La fuerza debe incrementarse sostenidamente hasta alcanzar la falla. El ritmo de carga ha de ser tal que la tensión máxima en la fibra aumente entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min. La magnitud de carga se determina mediante la ecuación siguiente:

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

En donde:

r : corresponde a la razón de aplicación de esfuerzo expresada en N/min

S : tasa de incremento de la tensión máxima en la cara de tracción, en MPa/min

b : ancho promedio de la viga según su disposición para el ensayo, mm

P : Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N

L : Es la luz libre entre apoyos, en mm

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

h : Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm. NOTA: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes detallados (p.7).

d : altura promedio de la viga, según su disposición para el ensayo, mm

L : longitud del tramo, en mm (p.6).

NTP 339.079 (2012), nos dice que, módulo de rotura se calculará mediante la siguiente fórmula:

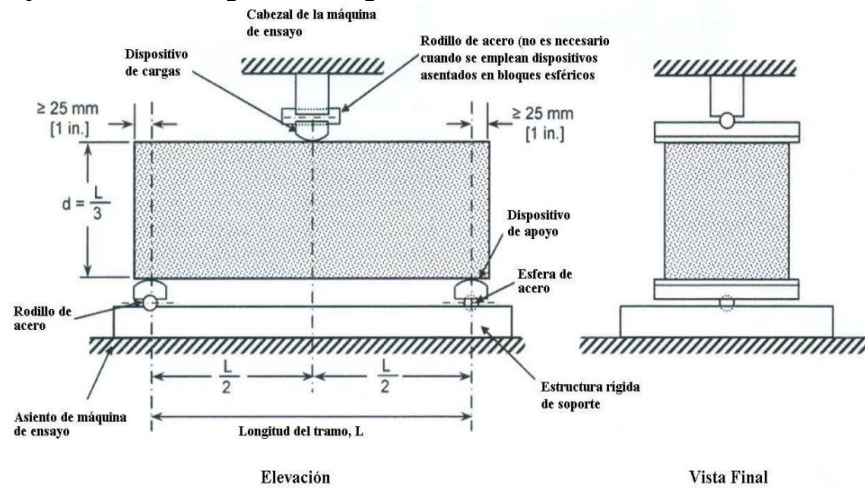
$$M_R = \frac{3PL}{2bh^2}$$

En donde:

Mr : es el módulo de rotura, en MPa.

**Figura 5**

*Ensayo a flexión de vigas con cargas a los tercios*



*Nota.* Consideraciones para el ensayo de flexión. Fuente: NTP 339.079 (2012).

### 2.2.3. VIDRIO

Gutiérrez (2014) sostiene que el vidrio constituye un cuerpo amorfo de procedencia inorgánica, resultado de un proceso de licuefacción seguido por un enfriamiento que evita la formación cristalina. Se presenta comúnmente como un material rígido y frágil, dotado de una irregularidad estructural armonizada. Entre sus atributos más distintivos figuran la diafanidad, la tenacidad superficial y la firmeza estructural en condiciones térmicas ordinarias, así como su aptitud para adquirir conformaciones plásticas bajo temperaturas elevadas y su notable inmunidad frente a la acción de agentes ambientales y la mayoría de reactivos químicos, con excepción del ácido fluorhídrico (HF). Los compuestos vítreos, habituales en el entorno doméstico, exhiben una

fisonomía externa semejante a la de los sólidos cristalinos; no obstante, a escala molecular, su configuración guarda mayor afinidad con la de un fluido. (p. 7)

### 2.2.3.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL VIDRIO

Bangerter et al. (s/f) señalan que, en función de su constitución química, ciertos tipos de vidrio pueden licuarse a umbrales térmicos bajos —alrededor de 500 °C—, mientras que otros exigen temperaturas cercanas a los 1650 °C. Sus niveles de resistencia mecánica suelen fluctuar entre 3000 y 5500 N/cm<sup>2</sup>, aunque pueden sobrepasar los 70000 N/cm<sup>2</sup> si el material ha sido sometido a un procedimiento de acondicionamiento específico. La densidad relativa varía de 2 a 8, lo cual implica que puede ser menos denso que el aluminio o incluso más compacto que el acero. Las características eléctricas y ópticas también exhiben variaciones dentro de rangos comparables.

**Tabla 6**  
*Resistencia de flexión de los vidrios*

Resistencia de flexión de los vidrios	
Módulo de rotura para:	Resistencia en Kg/cm <sup>2</sup>
Vidrios recocidos	350 a 550
Vidrios templados	1850 a 2100
Módulo de trabajo para:	
Vidrio recocido con carga momentánea	170
Vidrio recocido con carga permanente	60
Vidrio templado	500

Nota. Resistencia a flexión del vidrio. Fuente: Bangerter et al. (s/f)

### 2.2.3.2. FABRICACIÓN DEL VIDRIO

Luisa (1998) expone que el sector vidriero recurre a metodologías de manufactura diferenciadas conforme a la naturaleza del artículo final que se pretende obtener. Una primera distinción establece dos grandes vertientes: los procedimientos primarios —tanto mecanizados como artesanales— y los secundarios. El estadio primario se define por la obtención del

vidrio mediante operaciones de fusión a temperaturas elevadas aplicadas sobre insumos básicos. En contraste, la etapa secundaria comprende las técnicas de transformación ulterior del material vítreo ya formado, es decir, todo tratamiento en que el propio vidrio actúa como insumo, como sucede en la elaboración de espejos, láminas templadas, composiciones estratificadas, entre otros. (p. 237).

### 2.2.3.3. TIPOS DE VIDRIO

Caballero y Harold (2019) enumeran las variantes tipológicas del material vítreo:

- **Vidrio duro:** Posee un umbral de licuefacción elevado y contiene  $K_2CO_3$ , razón por la cual se destina a la confección de implementos de laboratorio, como tubos de ensayo, que demandan tolerancia térmica elevada.
- **Fibra de vidrio:** Estas hebras se disponen usualmente en forma de mantas o paneles y hallan aplicación en la manufactura de pequeñas naves náuticas.
- **Vidrio flint:** Composición especial caracterizada por su elevado índice de refringencia.
- **Vidrio pyrex:** Denominación comercial de un tipo con coeficiente térmico de expansión sumamente reducido, lo cual le confiere gran estabilidad ante temperaturas extremas.
- **Vidrio de Jena:** Notable por su firmeza ante agentes químicos y su escasa dilatación térmica, es empleado en la elaboración de equipamiento técnico de laboratorio
- **Vidrio de seguridad:** Al fracturarse, se desintegra en fragmentos diminutos y romos. Este comportamiento se obtiene mediante un enfriamiento súbito desde un estado térmico próximo al recocido, generando tensiones superficiales controladas.

- **Vidrio de borosilicato:** Presenta un coeficiente de dilatación lineal muy bajo, lo cual le otorga alta resistencia frente a alteraciones térmicas bruscas.
- **Vidrio de aplicación farmacéutico:** Por su inercia química, elevada asepsia y nula reactividad con su contenido, resulta idóneo para preservar sustancias sin riesgo de contaminación o modificación (p. 23).

#### **2.2.3.4. REUTILIZACIÓN DE VIDRIO EN MEZCLAS DE CONCRETO**

Arieta y Rengifo (2019) arguyen que la reempleabilidad, en contraposición al reprocesamiento, ostenta mayores prerrogativas desde la óptica ecologista, en tanto permite una mengua sustancial en el consumo energético al privilegiar múltiples ciclos de uso sobre un mismo recipiente antes de someterlo a regeneración, en lugar de conferirle un destino de uso único. Los contenedores vítreos presentan aptitud para la reincorporación funcional, siguiendo una ruta operacional distinta de aquella reservada a los de empleo efímero. Dichos envases pueden ser regenerados incesantemente para originar nuevas unidades con propiedades análogas a las primigenias. En el curso de la gestación industrial del vidrio, se emplea un volumen excedente de materia prima con el propósito de conferir mayor solidez estructural, posibilitando así un mayor número de ciclos antes de que el objeto agote su vida útil y sea susceptible de reciclaje. En el ámbito fabril vidriero, asimismo, se producen residuos en forma de partículas pulverulentas derivadas del procedimiento de ablución, incorporado en la secuencia de manufactura, los cuales son descartados, pero podrían constituir una fuente valiosa para su integración en formulaciones de concreto.

#### **2.2.3.5. VENTAJAS DEL RECICLADO DEL VIDRIO EN EL CONCRETO**

En lo que concierne a las prerrogativas, Anco y Sarmiento (2021) señalan que:

- ✓ Se posibilita la contención del gasto energético vinculado a la elaboración del concreto.
- ✓ Se atenúa la incidencia ambiental derivada de los residuos sólidos generados por envases vítreos desechados.
- ✓ Se disminuye la demanda de insumos primarios destinados a la formulación del concreto.
- ✓ Se incrementa la longevidad del material, al tiempo que se reduce su permeabilidad hídrica.
- ✓ Se aporta significativamente a configuraciones estructurales que exigen alta resistencia a esfuerzos compresivos, siempre que se maneje una proporción idónea.

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Aditivo:** E.060 (2009) señala que se trata de un elemento ajeno al agua, a los áridos o al ligante hidráulico, incorporado intencionalmente al concreto antes o durante su amalgamado, con el objeto de alterar sus atributos.
- **Curado inicial:** ASTM C31 (2003) estipula que, tras el conformado y afinado, las probetas deben ser conservadas por un lapso de hasta 48 horas dentro de un intervalo térmico de 60 a 80 °F (16 a 27 °C).
- **Compactación:** ASTM C31 (2003) consigna que los procedimientos de densificación empleados en dicha norma comprenden el uso del apisonamiento y la vibración interna.
- **Agregado Pétreo:** Según el Glosario técnico minero (2003), se trata de materiales líticos que, una vez fragmentados y tamizados adecuadamente, se destinan a la construcción estructural —habitualmente identificada como “obra negra”—, incluyendo entre ellos gravas, arenas, triturados y agregados livianos utilizados en concreto.
- **Álcali:** Müller (s/f) expone que se trata de un compuesto químico de naturaleza semejante a la potasa, con capacidad corrosiva sobre metales,

por lo que su presencia en aguas subterráneas o corrientes impide su uso en Sistemas de Refrigerador.

- **Curado:** sika (2009) describe este proceso como el mecanismo mediante el cual el hormigón, elaborado con cemento hidráulico, alcanza su madurez y endurecimiento progresivo gracias a la hidratación continua del ligante, siempre que haya suficiente agua y calor disponible.
- **Fraguado:** NTP 334.001 (2001) indica que corresponde al estado en que una mezcla cementicia —ya sea pasta, mortero u hormigón— ha perdido su maleabilidad hasta un grado definido de manera arbitraria.
- **Permeabilidad del concreto:** Sánchez (2001) advierte que esta propiedad está condicionada por la porosidad inherente de los agregados, así como por los vacíos originados por una consolidación insuficiente o por los capilares formados por el agua expulsada durante el proceso.
- **Granulometría:** Castañeda (2017) precisa que dicho vocablo alude a la distribución numérica del tamaño de las partículas que componen los agregados granulares, en función de su paso a través de un tamiz.
- **Agregado Natural:** Gutiérrez (2003) sostiene que los agregados naturales pueden derivarse tanto de mecanismos geológicos como la erosión o abrasión, como de técnicas físico-mecánicas artificiales, manteniendo las propiedades esenciales de la roca madre, tales como su densidad, porosidad, textura, resistencia al desgaste y composición mineral.
- **Piedra chancada:** Abanto (2009) define este insumo como un árido grueso generado mediante trituración mecánica de rocas o gravas, siendo apta cualquier clase de piedra dividida que cumpla con requisitos de limpieza, dureza y solidez.
- **Trabajabilidad:** ACI 309R-05 (2007) establece que se trata de la aptitud del concreto fresco para ser manipulado, transportado, vaciado y compactado eficazmente con el mínimo esfuerzo humano y el máximo nivel de uniformidad, permitiendo su acabado sin disgregación.
- **Vulcanización:** Penagos (2017) indica que, bajo condiciones controladas de tiempo y temperatura, el azufre se integra químicamente a la cadena polimérica en una reacción irreversible, generando alteraciones en las propiedades físico-mecánicas del caucho, entre ellas un incremento en su

dureza y resistencia a la fricción; factores como la formulación y la finalidad del producto influyen en la temperatura de este proceso.

- **Viga:** Gamboa (2017) explica que este elemento estructural tiene como función principal canalizar cargas transversales hacia las columnas, las cuales están diseñadas para soportar tanto esfuerzos localizados como distribuidos durante su ciclo de servicio.
- **Resistencia:** Rojas (2020) afirma que, dado que el concreto responde de manera más eficiente a esfuerzos compresivos que a tensionales, su aptitud para soportar cargas es ampliamente reconocida.
- **Aglutinante:** Palet (2002) refiere que el pigmento se amalgama con una sustancia, ya sea de índole orgánica o inorgánica, en proporciones variables, con el propósito esencial de adherirlo al soporte. Exceptuando ciertos compuestos inorgánicos como la cal o el vidrio soluble, estos agentes suelen poseer una base orgánica. Se clasifican convencionalmente según su capacidad de disolución en agua.
- **Ensayo a Flexión:** Gamboa (2017) señala que en estas pruebas se somete al material a compresión en una fracción de su sección transversal —ubicada en la mitad o en dos tercios de la viga—, mientras que la porción restante entra en estado de tracción. El elemento se incurva al ser sometido a esfuerzo.
- **Agregados:** NTP 400.011 (2008) los describe como un conjunto de partículas, de origen natural o sintético, cuyas dimensiones están reguladas por la NTP. Se les conoce también bajo el término “áridos”.
- **Abrasión del concreto:** Addleson y Company (1983) puntualizan que este fenómeno consiste, esencialmente, en una erosión provocada por el roce entre superficies. Siempre que dos cuerpos entran en fricción, puede generarse desgaste. La magnitud del deterioro superficial resulta más relevante que cualquier explicación teórica del mismo.
- **Relación agua y cemento:** Páez (1986) indica que, al determinar la proporción agua/cemento, debe considerarse exclusivamente el volumen de agua libre o efectiva, no la cantidad total presente en la mezcla. A diferencia de los áridos, la correlación entre esta relación y la resistencia presenta un comportamiento distinto.

- **Ductilidad:** Addleson y Company (1983) afirman que, si bien materiales como los polímeros también pueden exhibir ductilidad, esta es fundamentalmente característica de los metales. La facultad de un material de experimentar deformaciones plásticas sin fracturarse se denomina ductilidad, siendo su contrapartida la fragilidad.
- **Resistencia a la flexión:** Jaramillo (2004) define la resistencia a la flexión del concreto, denominada Módulo de Ruptura ( $f_R$ ), como la medida obtenida mediante el ensayo de flexión en viguetas de concreto simple, de 50 cm de largo y sección cuadrangular de 15 cm por lado, con cargas aplicadas en los tercios de la luz.
- **Tensión en el concreto:** Jaramillo (2010) expone que, en ciertos casos, la resistencia a la tracción adquiere relevancia, ya que el concreto optimiza su desempeño cuando trabaja a compresión. La resistencia a flexión, cortante y torsión en estructuras de concreto armado depende, en gran medida, de su capacidad tensil. Para evaluarla, se emplea el “ensayo brasileño” en cilindros apoyados en su perímetro. No existe una correlación directa entre la resistencia a compresión y la tracción.
- **Cemento IP:** Harmsen (2019) explica que el cemento tipo IP, Portland puzolánico (<40%), se recomienda cuando se utilizan agregados con posible reactividad o cuando la estructura se expone a ambientes severos, como ataque de sulfatos. La puzolana puede limitar el desarrollo de resistencia temprana, por lo cual se debe usar con precaución. Es adecuado para edificaciones prefabricadas con curado térmico o para estructuras en contacto con agua marina o sulfatos.
- **Conductividad térmica:** Callister (1996) señala que este proceso implica la transferencia de calor desde zonas de alta temperatura hacia otras de menor grado térmico. Se trata de la propiedad que mide la aptitud de un material para conducir calor.
- **Tiempo de Fraguado del Concreto:** Giraldo (2019) define el fraguado como el proceso por el cual el concreto o mortero a base de cemento se solidifica y pierde su consistencia plástica, fenómeno atribuido al secado y cristalización de hidróxidos metálicos formados por la reacción entre el agua añadida y los óxidos del clinker.

- **Resistencia del concreto:** Hernández (2018) explica que esta propiedad representa la carga axial máxima que puede soportar una muestra de hormigón, expresada en MPa o kg/cm<sup>2</sup>, habitualmente evaluada a los 28 días, aunque también se efectúan controles intermedios a los 7 y 14 días para monitorear el desarrollo de resistencia.
- **Diseño de mezcla:** Bustamante (2022) detalla que, conforme a lo establecido en los documentos técnicos, el diseño de mezcla estructural consiste en la proporción exacta de los constituyentes del concreto, con el fin de alcanzar la resistencia deseada.
- **Endurecimiento del concreto:** Perles (2003) explica que la hidratación del silicato tricálcico provoca un crecimiento acelerado en la fase inicial del endurecimiento, permitiendo alcanzar cerca del 95% de la resistencia final durante el primer mes. Esta evolución prosigue, aunque de forma mucho más pausada, debido a la reacción del silicato bicálcico.
- **Cristalización:** Durst y Gokel (1985) afirman que en condiciones naturales, las moléculas pueden presentarse en estados sólido, líquido o gaseoso, siendo este comportamiento función de la temperatura ambiental. El agua, por ejemplo, se vaporiza sobre los 100°C, es líquida entre 0° y 100°C, y se congela por debajo de 0°C. Para purificar líquidos, la destilación es el método más eficaz; en cambio, para sólidos, la cristalización es la vía preferente. Mientras la destilación se basa en diferencias de volatilidad, la cristalización aprovecha desigualdades en la solubilidad para separar componentes o eliminar impurezas.
- **Vidrio Flint:** Perdomo (2009) indica que este tipo de vidrio contiene una proporción elevada de óxidos de plomo, lo cual incrementa su índice de refracción sin necesidad de incorporar nitrato de bario. Dicho índice varía entre 1.60 y 1.70, según el contenido de plomo. Sus demás componentes incluyen sodio y potasio (7–10%), complementados con arena y sílice. Su densidad alcanza 4.5 gr/cm<sup>3</sup>, con un número de Abbe de entre 35 y 40, asociado al Crown. Su principal inconveniente es la elevada dispersión cromática. Fue ampliamente empleado en lentes bifocales.
- **Vidrio Pyrex:** Serway y Faughn (1999) precisan que el Pyrex posee un coeficiente de dilatación térmica aproximadamente tres veces menor que

el del vidrio común, lo que disminuye los esfuerzos térmicos. Por ello, se utiliza frecuentemente en utensilios de cocina y recipientes de laboratorio destinados a contener líquidos calientes. Glenn y Eugene (1967) señalan que, si bien es ligeramente soluble, exposiciones prolongadas al calor pueden ocasionar cierta disolución. Su rango térmico de uso se extiende hasta los 400°–450°C.

- **Vidrio de Borosilicato:** Trujillo y Sánchez (2007) mencionan que este vidrio incorpora  $B_2O_3$  en su fórmula para reforzar su resistencia química y reducir su dilatación térmica, lo cual mejora su tolerancia a choques térmicos. Su límite superior de temperatura de uso es de 500°C, pudiendo ser maleable a 525°C. No posee un umbral térmico inferior y puede emplearse con gases criogénicos como nitrógeno líquido (-192°C).
- **Macroscópica:** SEGEMAR (2006) describe una roca de grano medio, con aspecto visual semejante al granito, aunque se distingue por una débil esquistosidad generada por la presencia de minerales ferromagnesianos. Presenta un tono rosado pálido y suele manifestarse como un filón sobresaliente en formaciones de gneis biotítico.
- **Maleabilidad:** Morral y Molera (1985) indican que esta propiedad define la capacidad de un material para ser deformado de manera permanente por compresión sin fracturarse, manifestándose especialmente en la posibilidad de ser laminado o forjado en hojas delgadas. Aunque se asemeja a la ductilidad, no son equivalentes. Por ejemplo, el cobre, aluminio, estaño y plomo destacan por ser más maleables que dúctiles, mientras que el hierro y el níquel presentan el caso contrario.
- **Producto aglomerado (cemento):** Zaragoza (2010) establece que el cemento es un conglomerante que, al mezclarse con agua, fragua y se endurece tanto al aire como sumergido. Se fabrica al incorporar diversas sustancias (activas o inertes) al clinker, material resultante de la calcinación de una mezcla de caliza y arcilla a 1500°C. Gomá (1979) añade que dicha mezcla —natural o elaborada— contiene entre 22% y 26% de arcilla, y cuando se calcina entre 1280°C y 1350°C, se genera una fase líquida variable.

- **Curado:** Sanchez (2001) expone que el curado consiste en el conjunto de condiciones necesarias para que la hidratación de la pasta de cemento progrese ininterrumpidamente hasta alcanzar el grado óptimo de endurecimiento del hormigón. Entre dichas condiciones, destacan la temperatura y la humedad ambiental.
- **Comportamiento mecánico:** Callister (2012) sostiene que esta característica representa la relación entre una carga aplicada y la deformación inducida en el material. Entre las propiedades fundamentales que lo definen figuran la resistencia, la dureza, la ductilidad y la rigidez.
- **Tensión:** Sanz (1975) define la tensión como el valor límite del cociente entre la fuerza ejercida y el área sobre la que actúa, cuando dicha superficie tiende a ser infinitesimal.
- **Tensión:** Sanz (1975) define la tensión como el valor límite del cociente entre la fuerza ejercida y el área sobre la que actúa, cuando dicha superficie tiende a ser infinitesimal.

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Existe mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con vidrio molido en el distrito de Amarilis – HUÁNUCO – 2024.

### 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA

- La calidad de los agregados será adecuada para poder realizar un diseño de mezcla de un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .
- El diseño de mezcla será óptimo para garantizar la resistencia a la flexión de vigas de un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .
- Hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de HUÁNUCO – 2024.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Resistencia a la flexión de vigas de concreto.

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Vidrio molido.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
<b>INDEPENDIENTE</b>				
<b>Vidrio molido</b> <b>D. conceptual:</b> Gutiérrez (2014) indica que el vidrio es un material de fusión inorgánica que, al solidificarse por enfriamiento, no experimenta cristalización. Se caracteriza por su dureza, fragilidad y una disonancia estructural de tipo armónico. <b>D. operacionalización:</b> Las propiedades del vidrio molido, como su forma, tamaño y grosor, pueden brindar información valiosa sobre el proceso de mecanizado y las propiedades del material.	Propiedades física y químicas	Composición del vidrio	Nominal	De forma observacional directa  Fichas técnicas proporcionadas por los proveedores
		Color y textura	Nominal	
		Morfología	Nominal	
<b>DEPENDIENTE</b>				
<b>Resistencia a la flexión de vigas de concreto.</b> <b>D. conceptual:</b> NTP 339.078 (2012) nos dice que es la capacidad de una viga para soportar cargas aplicadas en su longitud, generando deformaciones que resultan en curvaturas en la viga. <b>D. operacionalización:</b> Esta característica se determina cuantificando la carga máxima que la viga es capaz de resistir con la incorporación de un % de vidrio pulverizado, antes de manifestar una falla estructural relevante	Selección de materiales	Diseño de mezcla de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .	Continua	Mallas granulométricas, equipo de densidad y horno
	Diseño de mezcla			
	Prueba de rotura de vigas a flexión	Resistencia a la flexión de viga de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .	Continua	Máquina de rotura para vigas a flexión con una carga puntual.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. ENFOQUE

Tuvo un enfoque cuantitativo.

Hernández et al. (2010) sostiene que se trata de una recolección sistemática de datos orientada a corroborar hipótesis mediante contrastes estadísticos.

##### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Se inscribió dentro de un nivel explicativo o de índole aplicada.

Muñoz (2015) señala que, a diferencia de la indagación teórica, la vertiente aplicada persigue la implementación directa del saber adquirido; sin embargo, ello no le resta valía. Considero que ambas vertientes resultan indispensables, ya que se nutren mutuamente y se perfeccionan recíprocamente.

##### 3.1.3. DISEÑO

Tuvo un diseño fue de corte cuasi experimental.

Según Hernández et al. (2010) este esquema se caracteriza por la ausencia de aleatorización en la selección de los participantes, dado que estos se agrupan conforme a criterios previamente establecidos.

##### Esquema de la investigación

GE: O1 \_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ O3

GC: O2 \_\_\_\_\_ O4

Donde:

GE = Grupo experimental

GC = Grupo control

O1 y O2 = Preprueba

X = Tratamiento

O3 y O4 = Post prueba

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población será de carácter finito.

Hernández et al. (2010) expone que, cuando el universo de estudio es reducido o plenamente accesible, lo idóneo es abarcarlo en su totalidad, prescindiendo de estimaciones estadísticas, dado que representa el conjunto íntegro de unidades que comparten atributos pertinentes para los objetivos investigativos.

Estará compuesta por 120 vigas de concreto con dimensiones de 15 cm x 15 cm x 45 cm, conforme a lo estipulado por la norma ASTM C31 (2002); cantidad que se distribuirá tanto en el grupo control, elaborado con concreto convencional sin aditivos, como en el grupo experimental, al cual se añadirá vidrio pulverizado como componente.

### **3.2.2. MUESTRA**

Para para el estudio fue un muestro probabilístico.

Según la norma ASTM C293 y la NPT 339.079, recomiendan probar al menos 3 muestras por cada condición de ensayo (por ejemplo, por cada edad de curado o tipo de mezcla).

Según autores de libros de metodología de investigación como Hernández et al. (2010) mencionan que es también llamadas muestras dirigidas, así mismo indican que un mínimo de 3 muestras es aceptable para ensayos de control de calidad, pero para investigaciones experimentales, sugiere aumentar el número de 5 a 10 muestras para mejorar la confiabilidad estadística.

#### **• Dimensiones de la muestra:**

Conforme a lo estipulado en la norma ASTM C31 (2002), titulada “Práctica normalizada para la preparación y curado en obra de las probetas para ensayo del hormigón”, el apartado 6.2 establece que la viga debe presentar una proporción entre altura y base de (150 mm x 150 mm) en su sección transversal, y que su longitud debe alcanzar al menos el triple de la altura.

Esta especificación se ve igualmente refrendada por la NTP 339.033 (2015), “CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo”, cuyo inciso 7.2 replica con exactitud lo indicado por la ASTM C31 (2002).

En consecuencia, las dimensiones normativas de las probetas para los ensayos quedan definidas en 15 cm de base, 15 cm de altura y 45 cm de largo.

## ELECCION DE LA MUESTRA

**Tabla 7**

*Cantidad de muestras a realizar*

Cantidad de Vigas de concreto	N° de días	Viga de concreto convencional	% Vidrio molido incorporado a la viga de concreto		
			3%	5%	7%
N° de especímenes	• 7	• 10	• 10	• 10	• 10
por (%)	• 14	• 10	• 10	• 10	• 10
	• 28	• 10	• 10	• 10	• 10

*Nota.* En la siguiente tabla se detalla la cantidad de muestra que se realizara en función del porcentaje de adición de vidrio molido.

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas representan un repertorio de mecanismos orientados a recolectar, preservar, examinar y comunicar los datos vinculados con los fenómenos objeto de estudio (Hernández et al., 2010, p. 250).

En esta indagación se recurrirá a la observación inmediata como técnica principal, dado que inicialmente se confeccionarán vigas de concreto tanto con cómo sin inclusión de vidrio molido, las cuales serán sometidas a pruebas de flexión. Los resultados derivados de tales ensayos serán advertidos in situ por la autora y registrados de forma meticulosa en planillas de laboratorio.

##### 3.3.1.1 Instrumentos

Los dispositivos destinados a la recopilación de datos en este estudio comprenden los siguientes:

**Fichas de evaluación y observación:** método que implica el registro sistematizado, válido y consistente de comportamientos y situaciones perceptibles, estructurado mediante un sistema de categorías y subcategorías (Hernández et al., 2006, p. 252).

Los instrumentos utilizados son:

- Plantilla para el diseño de mezclas
- Formulario para el ensayo de flexión.

### **3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

Se empleará el tratamiento estadístico conforme a las variables que serán sometidas a análisis.

### **3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

Los resultados obtenidos serán sometidos a evaluación cuantitativa mediante los programas MS Excel y SPSS.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

**Tabla 8**

*Módulo de rotura del patrón a 7 días*

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	EDAD	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
				(L) cm	(b) cm	(h) cm	
1	PATRON	7	1642.74	45	15	15	32.85
2	PATRON	7	1672.31	45	15	15	33.45
3	PATRON	7	1665.17	45	15	15	33.30
4	PATRON	7	1657.01	45	15	15	33.14
5	PATRON	7	1640.70	45	15	15	32.81
6	PATRON	7	1670.27	45	15	15	33.41
7	PATRON	7	1667.21	45	15	15	33.34
8	PATRON	7	1648.85	45	15	15	32.98
9	PATRON	7	1651.91	45	15	15	33.04
10	PATRON	7	1660.07	45	15	15	33.20

**Tabla 9**

*Módulo de rotura del patrón a 14 días*

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	EDAD	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
				(L) cm	(b) cm	(h) cm	
1	PATRON	14	1884.41	45	15	15	37.69
2	PATRON	14	1887.46	45	15	15	37.75
3	PATRON	14	1891.54	45	15	15	37.83
4	PATRON	14	1886.45	45	15	15	37.73
5	PATRON	14	1893.58	45	15	15	37.87
6	PATRON	14	1897.66	45	15	15	37.95
7	PATRON	14	1895.62	45	15	15	37.91
8	PATRON	14	1889.50	45	15	15	37.79
9	PATRON	14	1888.48	45	15	15	37.77
10	PATRON	14	1885.43	45	15	15	37.71

**Tabla 10**

*Módulo de rotura del patrón a 28 días*

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	EDAD	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
				(L) cm	(b) cm	(h) cm	
1	PATRON	28	2186.24	45	15	15	43.72
2	PATRON	28	2155.65	45	15	15	43.11
3	PATRON	28	2131.17	45	15	15	42.62
4	PATRON	28	2191.34	45	15	15	43.83
5	PATRON	28	2161.76	45	15	15	43.24
6	PATRON	28	2198.47	45	15	15	43.97
7	PATRON	28	2162.78	45	15	15	43.26
8	PATRON	28	2153.61	45	15	15	43.07
9	PATRON	28	2140.35	45	15	15	42.81
10	PATRON	28	2160.74	45	15	15	43.21

**Tabla 11***Valor de la media y desviación estándar*

<b>Módulo de rotura del patrón a 28 días</b>		
<b>N</b>	<b>Válido</b>	10
	<b>Perdidos</b>	0
<b>Media</b>		43,284
<b>Desviación estándar</b>		,413

**Interpretación**

La tabla muestra los valores del MR del grupo patrón donde el valor de la media es 43.284 kg/cm<sup>2</sup>; y la desviación estándar de 0.413 kg/cm<sup>2</sup> que viene a ser la dispersión que tiene los valores de las muestras con respecto a la media viéndose que tan cercanas son a esta.

**Figura 6***Valores de la resistencia a la flexión del patrón a 28 días*

Nota. Se muestra los valores obtenidos en laboratorio del MR.

**Tabla 12***Módulo de rotura con 3% vidrio molido a 7 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>% DE VIDRIO MOLIDO</b>	<b>EDAD</b>	<b>CARGA MÁXIMA (Kg)</b>	<b>ESPECÍMENES</b>			<b>Mr (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
				<b>(L) cm</b>	<b>(b) cm</b>	<b>(h) cm</b>	
1	3	7	1694.74	45	15	15	33.89
2	3	7	1698.82	45	15	15	33.98
3	3	7	1703.92	45	15	15	34.08
4	3	7	1696.78	45	15	15	33.94
5	3	7	1701.88	45	15	15	34.04
6	3	7	1702.90	45	15	15	34.06
7	3	7	1697.80	45	15	15	33.96
8	3	7	1696.78	45	15	15	33.94
9	3	7	1699.84	45	15	15	34.00
10	3	7	1700.86	45	15	15	34.02

**Tabla 13***Módulo de rotura con 3% vidrio molido a 14 días*

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	EDAD	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
				(L) cm	(b) cm	(h) cm	
1	3	14	1907.86	45	15	15	38.16
2	3	14	1905.82	45	15	15	38.12
3	3	14	1912.96	45	15	15	38.26
4	3	14	1915.00	45	15	15	38.30
5	3	14	1909.90	45	15	15	38.20
6	3	14	1913.98	45	15	15	38.28
7	3	14	1906.84	45	15	15	38.14
8	3	14	1911.94	45	15	15	38.24
9	3	14	1908.88	45	15	15	38.18
10	3	14	1912.96	45	15	15	38.26

**Tabla 14***Módulo de rotura con 3% vidrio molido a 28 días*

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	EDAD	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
				(L) cm	(b) cm	(h) cm	
1	3	28	2415.67	45	15	15	48.31
2	3	28	2382.02	45	15	15	47.64
3	3	28	2375.90	45	15	15	47.52
4	3	28	2382.02	45	15	15	47.64
5	3	28	2391.20	45	15	15	47.82
6	3	28	2389.16	45	15	15	47.78
7	3	28	2375.90	45	15	15	47.52
8	3	28	2388.14	45	15	15	47.76
9	3	28	2404.45	45	15	15	48.09
10	3	28	2395.28	45	15	15	47.91

**Tabla 15***Valor de la media y desviación estándar*

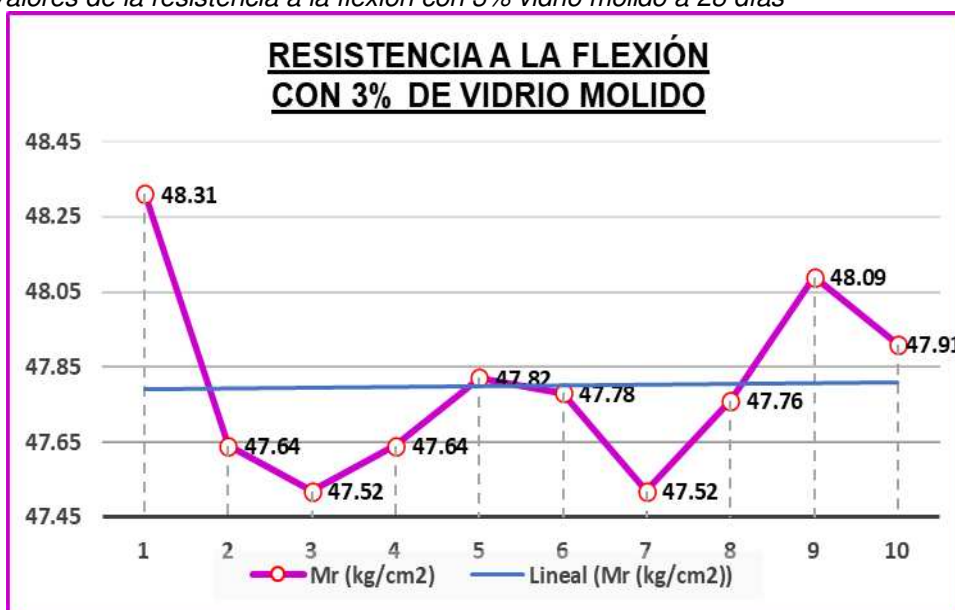
<b>Módulo de rotura con 3% vidrio molido a 28 días</b>		
<b>N</b>	<b>Válido</b>	10
	<b>Perdidos</b>	0
<b>Media</b>		47,799
<b>Desviación estándar</b>		,238

**Interpretación**

La tabla muestra los valores del MR del grupo con 3% de vidrio molido donde el valor de la media es 47.799 kg/cm<sup>2</sup>; y la desviación estándar de 0.238 kg/cm<sup>2</sup> que viene a ser la dispersión que tiene los valores de las muestras con respecto a la media viéndose que tan cercanas son a esta.

**Figura 7**

Valores de la resistencia a la flexión con 3% vidrio molido a 28 días



Nota. Se muestra los valores obtenidos en laboratorio del MR.

**Tabla 16**

Módulo de rotura con 5% vidrio molido a 7 días

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	EDAD	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
				(L) cm	(b) cm	(h) cm	
1	5	7	1727.37	45	15	15	34.55
2	5	7	1731.45	45	15	15	34.63
3	5	7	1724.31	45	15	15	34.49
4	5	7	1734.51	45	15	15	34.69
5	5	7	1724.31	45	15	15	34.49
6	5	7	1732.47	45	15	15	34.65
7	5	7	1725.33	45	15	15	34.51
8	5	7	1726.35	45	15	15	34.53
9	5	7	1734.51	45	15	15	34.69
10	5	7	1728.39	45	15	15	34.57

**Tabla 17**

Módulo de rotura con 5% vidrio molido a 14 días

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	EDAD	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
				(L) cm	(b) cm	(h) cm	
1	5	14	1936.41	45	15	15	38.73
2	5	14	1926.21	45	15	15	38.52
3	5	14	1930.29	45	15	15	38.61
4	5	14	1934.37	45	15	15	38.69
5	5	14	1929.27	45	15	15	38.59

6	5	14	1932.33	45	15	15	38.65
7	5	14	1935.39	45	15	15	38.71
8	5	14	1897.66	45	15	15	37.95
9	5	14	1929.27	45	15	15	38.59
10	5	14	1926.21	45	15	15	38.52

**Tabla 18**

*Módulo de rotura con 5% vidrio molido a 28 días*

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	EDAD	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
				(L) cm	(b) cm	(h) cm	
1	5	28	2619.61	45	15	15	52.39
2	5	28	2605.33	45	15	15	52.11
3	5	28	2621.65	45	15	15	52.43
4	5	28	2608.39	45	15	15	52.17
5	5	28	2614.51	45	15	15	52.29
6	5	28	2611.45	45	15	15	52.23
7	5	28	2610.43	45	15	15	52.21
8	5	28	2617.57	45	15	15	52.35
9	5	28	2615.53	45	15	15	52.31
10	5	28	2618.59	45	15	15	52.37

**Tabla 19**

*Valor de la media y desviación estándar*

<b>Módulo de rotura con 5% vidrio molido a 28 días</b>	
<b>N</b>	<b>Válido</b> 10
	<b>Perdidos</b> 0
<b>Media</b>	52,286
<b>Desviación estándar</b>	,098

### Interpretación

La tabla muestra los valores del MR del grupo con 5% de vidrio molido donde el valor de la media es 52.286 kg/cm<sup>2</sup>; y la desviación estándar de 0.098 kg/cm<sup>2</sup> que viene a ser la dispersión que tiene los valores de las muestras con respecto a la media viéndose que tan cercanas son a esta.

**Figura 8**

Valores del módulo de rotura con 5% vidrio molido a 28 días



Nota. Se muestra los valores obtenidos en laboratorio del MR.

**Tabla 20**

Módulo de rotura con 7% vidrio molido a 7 días

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	EDAD	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
				(L) cm	(b) cm	(h) cm	
1	7	7	1755.92	45	15	15	35.12
2	7	7	1748.79	45	15	15	34.98
3	7	7	1743.69	45	15	15	34.87
4	7	7	1751.84	45	15	15	35.04
5	7	7	1753.88	45	15	15	35.08
6	7	7	1749.81	45	15	15	35.00
7	7	7	1755.92	45	15	15	35.12
8	7	7	1751.84	45	15	15	35.04
9	7	7	1754.90	45	15	15	35.10
10	7	7	1750.82	45	15	15	35.02

**Tabla 21**

Módulo de rotura con 7% vidrio molido a 14 días

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	EDAD	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
				(L) cm	(b) cm	(h) cm	
1	7	14	1952.73	45	15	15	39.05
2	7	14	1949.67	45	15	15	38.99
3	7	14	1951.71	45	15	15	39.03
4	7	14	1957.82	45	15	15	39.16
5	7	14	1954.76	45	15	15	39.10
6	7	14	1950.69	45	15	15	39.01
7	7	14	1953.75	45	15	15	39.07
8	7	14	1955.78	45	15	15	39.12
9	7	14	1952.73	45	15	15	39.05
10	7	14	1956.80	45	15	15	39.14

**Tabla 22***Módulo de rotura con 7% vidrio molido a 28 días*

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	EDAD	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
				(L) cm	(b) cm	(h) cm	
1	7	28	2768.49	45	15	15	55.37
2	7	28	2765.43	45	15	15	55.31
3	7	28	2775.73	45	15	15	55.51
4	7	28	2781.74	45	15	15	55.63
5	7	28	2771.54	45	15	15	55.43
6	7	28	2773.58	45	15	15	55.47
7	7	28	2779.70	45	15	15	55.59
8	7	28	2778.68	45	15	15	55.57
9	7	28	2767.47	45	15	15	55.35
10	7	28	2777.66	45	15	15	55.55

**Tabla 23***Valor de la media y desviación estándar*

<b>Módulo de rotura con 7% vidrio molido a 28 días</b>		
<b>N</b>	<b>Válido</b>	10
	<b>Perdidos</b>	0
<b>Media</b>		55,478
<b>Desviación estándar</b>		,104

### Interpretación

La tabla muestra los valores del MR del grupo con 7% de vidrio molido donde el valor de la media es 55.478 kg/cm<sup>2</sup>; y la desviación estándar de 0.104 kg/cm<sup>2</sup> que viene a ser la dispersión que tiene los valores de las muestras con respecto a la media viéndose que tan cercanas son a esta.

**Figura 9**  
Valores del módulo de rotura con 7% vidrio molido a 28 días



Nota. Se muestra los valores obtenidos en laboratorio del MR.

## 4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

### 4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: Existe mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con vidrio molido en el distrito de Amarilis – HUÁNUCO – 2024.

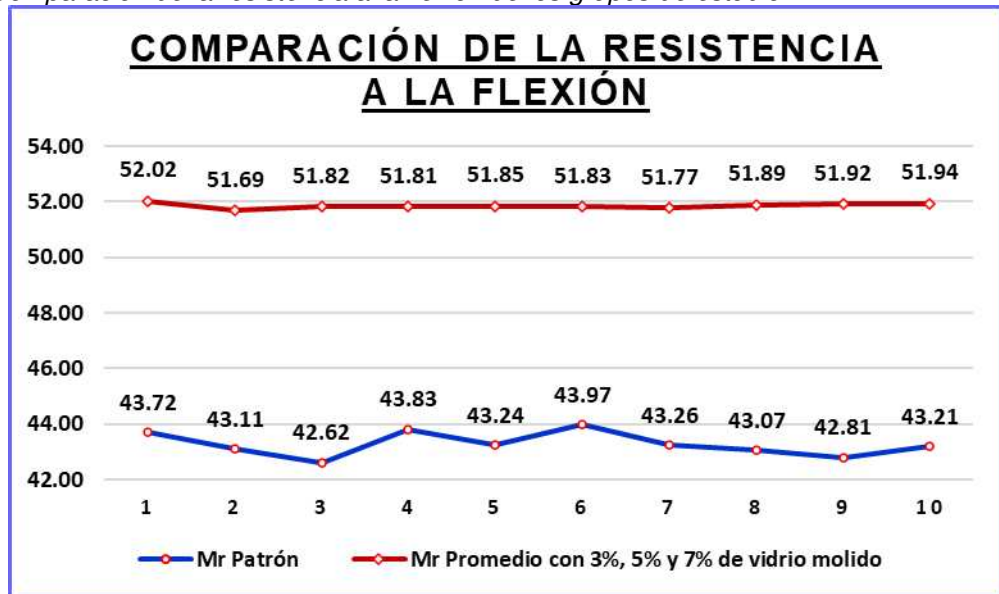
H0: No existe mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con vidrio molido en el distrito de Amarilis – HUÁNUCO – 2024.

**Tabla 24**  
*Resistencia a la flexión de los grupos de estudio*

Muestra	Mr Patrón	Mr Promedio con 3%, 5% y 7%
1	43.72	52.02
2	43.11	51.69
3	42.62	51.82
4	43.83	51.81
5	43.24	51.85
6	43.97	51.83
7	43.26	51.77
8	43.07	51.89
9	42.81	51.92
10	43.21	51.94

**Figura 10**

*Comparación de la resistencia a la flexión de los grupos de estudio*



*Nota.* Se muestra los valores de los grupos de estudio.

**Tabla 25**

*Valores estadísticos de los grupos de estudio*

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL GRUPO PATRÓN Y CON EL PROMEDIO DE 3%, 5% Y 7% DE VIDRIO MOLIDO		
Estadístico		
Grupo patrón	Media	43,284
	Desviación estándar	,413
	Mínimo	42,620
	Máximo	43,970
Promedio con el 3%, 5% y 7% de vidrio molido	Media	51,854
	Desviación estándar	,090
	Mínimo	51,687
	Máximo	52,023

### Interpretación

Se presenta la comparación de los resultados de la resistencia a la flexión, donde el grupo patrón posee una media de sus resultados de 43.284 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.413 kg/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estas 42.620 kg/cm<sup>2</sup> y 43.970 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que el promedio del grupo con 3%, 5% y 7%, posee una media de sus resultados de 51.854 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.090 kg/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha

dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estas 51.687 kg/cm<sup>2</sup> y 52.023 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 26**  
*Normalidad de los grupos de estudio*

<b>PRUEBAS DE NORMALIDAD</b>			
	<b>Shapiro-Wilk</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
<b>Grupo patrón</b>	,859	10	,186
<b>Promedio con el 3%, 5% y 7% de vidrio molido</b>	,918	10	,191

### **Interpretación**

La prueba normalidad tomada fue la de SHAPIRO – WILK, donde las muestras a evaluar son menores de 50, teniendo una distribución paramétrica de ( $p=0.186$ ) para el grupo patrón, y ( $p=0.191$ ) para el promedio con el 3%, 5% y 7% de vidrio molido cumpliendo; con la condición de ( $p \geq 0.05$ ), demostrando que nuestros datos obtenidos siguen una distribución normal.

**Tabla 27**  
*Prueba t aplicada a los grupos*

<b>PRUEBA DE MUESTRAS EMPAREJADAS</b>					
	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación			
<b>Grupo patrón - Promedio con el 3%, 5% y 7% de vidrio molido</b>	-1,448	,421	-47,231	10	,001

La prueba t aplicado al grupo patrón y el promedio con el 3%, 5% y 7% de vidrio molido demuestra que sí hay variación y significancia entre ambos con respecto a sus medias ( $t=-47.231$ ,  $p=0.001 < 0.05$ ). Tomando así la hipótesis alterna ya que se demuestra que existe mejora

significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con vidrio molido en el distrito de Amarilis – Huánuco – 2024.

#### 4.2.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA 1

Ha: La calidad de los agregados será adecuada para poder realizar un diseño de mezcla de un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

H0: La calidad de los agregados no será adecuada para poder realizar un diseño de mezcla de un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

**Tabla 28**  
*Ensayo de agregado fino*

AGREGADO FINO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	27.50	27.53	27.50
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	317.50	310.00	314.80
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	313.60	306.50	310.70
D	Peso muestra Húmeda - $Ph$ (g), $D = B - A$	290.00	282.47	287.30
E	Peso muestra Seca - $Ps$ (g), $E = C - A$	286.10	278.97	283.20
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$	3.90	3.50	4.10
G	Contenido de Humedad (W%)	1.36%	1.25%	1.45%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)			1.36%	

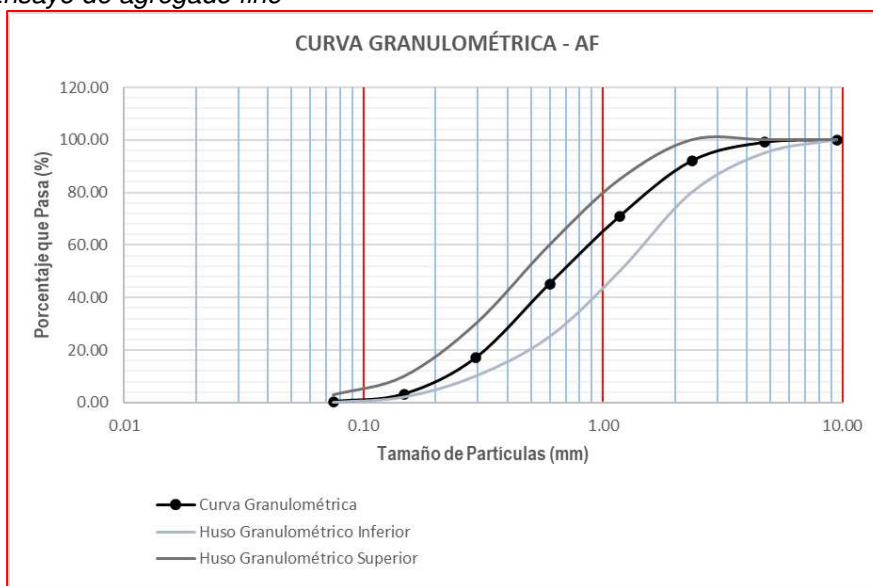
**Tabla 29**  
*Ensayo de agregado grueso*

AGREGADO GRUESO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	28.71	28.68	28.74
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	231.30	235.00	233.00
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	229.93	233.75	231.61
D	Peso muestra Húmeda - $Ph$ (g), $D = B - A$	202.59	206.32	204.26
E	Peso muestra Seca - $Ps$ (g), $E = C - A$	201.22	205.07	202.87
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$	1.37	1.25	1.39
G	Contenido de Humedad (W%)	0.68%	0.61%	0.69%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)			0.66%	

**Tabla 30**  
*Ensayo de agregado fino*

AGREGADO FINO				
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(mm)	(gr)	(%)	(%)	ARENA
9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75	8.81	0.88	0.88	99.12
2.36	70.52	7.05	7.93	92.07
1.18	210.33	21.04	28.97	71.03
0.60	257.91	25.79	54.76	45.24
0.30	281.44	28.15	82.91	17.09
0.15	138.13	13.81	96.72	3.28
0.075	28.22	2.82	99.55	0.45
<b>FONDO</b>	4.54	0.45	<b>100.00</b>	0.00

**Figura 11**  
*Ensayo de agregado fino*



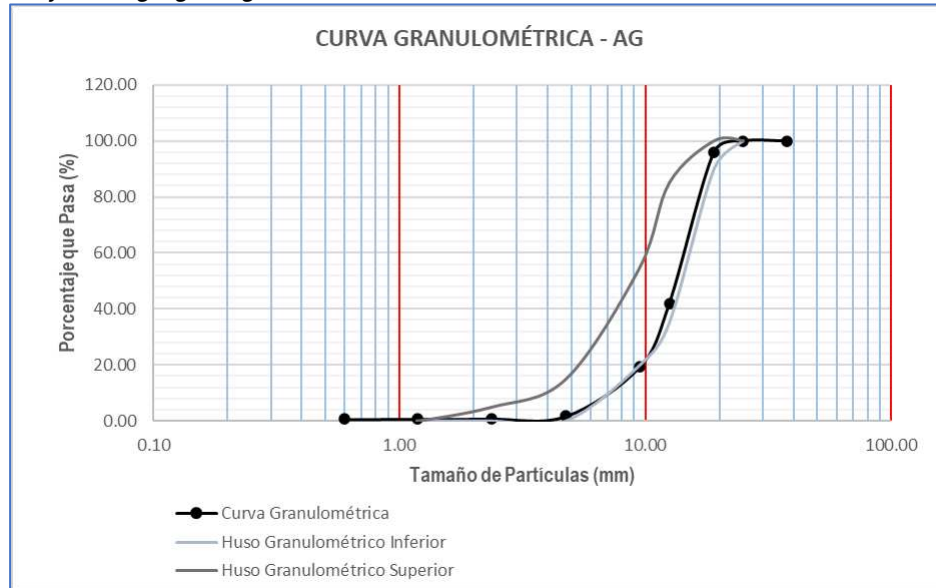
*Nota.* Se muestra la curva granulométrica.

**Tabla 31**  
*Ensayo de agregado grueso*

AGREGADO GRUESO				
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(mm)	(gr)	(%)	(%)	GRAVA
37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
19.00	203.00	4.06	4.06	95.94
12.50	2,706.00	54.13	58.19	41.81
9.50	1,126.00	22.52	80.71	19.29

4.75	883.00	17.66	98.37	1.63
2.36	43.00	0.86	99.23	0.77
1.18	6.50	0.13	99.36	0.64
0.60	2.55	0.05	99.41	0.59
<b>FONDO</b>	29.28	0.59	<b>100.00</b>	0.00

**Figura 12**  
*Ensayo de agregado grueso*



*Nota.* Se muestra la curva granulométrica.

**Tabla 32**  
*Ensayo de agregado fino*

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS					
DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo (Pss)	gr	500.00	500.00	500.00	
Peso del frasco + Agua hasta marca de 500ml	gr	1,296.90	1,297.80	1,296.10	
Peso del frasco + Agua + Pss, <b>C = A + B</b>	gr	1,796.90	1,797.80	1,796.10	
Peso del frasco + Pss + Agua hasta la marca de 500ml	gr	1,595.56	1,605.84	1,605.63	
Volumen de masa + Volumen de vacío, <b>E = C - D</b>	cm <sup>3</sup>	201.34	191.96	190.47	
Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	494.53	494.57	493.26	
Volumen de masa, <b>G = E - (A - F)</b>	cm <sup>3</sup>	195.87	186.53	183.73	

<b>PESO ESPECÍFICO BULK (base seca)</b> $H = F / E$	gr/cm <sup>3</sup>	2.46	2.58	2.59	2.54
<b>PESO ESPECÍFICO (base saturada)</b> $I = A / E$	gr/cm <sup>3</sup>	2.48	2.60	2.63	2.57
<b>PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca)</b> $J = F / G$	gr/cm <sup>3</sup>	2.52	2.65	2.68	2.62
<b>ABSORCIÓN</b> $K = [(A - F) / F] * 100$	%	1.11%	1.10%	1.37%	1.19%

**Tabla 33**  
*Ensayo de agregado grueso*

<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b>
Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en aire	gr	3,044.00	3,063.00	3,072.00	
Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en agua	gr	1,873.00	1,898.00	1,873.00	
Volumen de masa + Volumen de vacío, $C = A - B$	gr	1,171.00	1,165.00	1,199.00	
Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	2,996.00	3,035.00	3,033.00	
Volumen de masa, $E = C - (A - D)$	cm <sup>3</sup>	1,123.00	1,137.00	1,160.00	
<b>PESO ESPECÍFICO BULK (base seca)</b> $F = D / C$	gr/cm <sup>3</sup>	2.56	2.61	2.53	2.56
<b>PESO ESPECÍFICO (base saturada)</b> $G = A / C$	gr/cm <sup>3</sup>	2.60	2.63	2.56	2.60
<b>PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca)</b> $H = D / E$	gr/cm <sup>3</sup>	2.67	2.67	2.61	2.65
<b>ABSORCIÓN</b> $I = [(A - D) / D] * 100$	%	1.60%	0.92%	1.29%	1.27%

**Tabla 34**

*Ensayo de los agregados*

<b>ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b>
Peso muestra total	gr	5,005.00	5,003.00	5,007.00	
Peso retenido en tamiz N° 12	gr	3,246.30	3,145.70	3,450.30	
<b>DESGASTE A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES</b>	<b>%</b>	<b>35.14%</b>	<b>37.12%</b>	<b>31.09%</b>	<b>34.45%</b>
<b>C = [(A – B) / A]*100</b>					

### **Interpretación**

Los ensayos realizados a los agregados tanto finos y gruesos que se realizaron en laboratorio obtuvieron resultados positivos tanto para el ensayo de contenido de humedad, granulometría y desgaste demostrando que la calidad de los agregados será adecuada para poder realizar un diseño de mezcla de un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

### **4.2.3. HIPÓTESIS ESPECIFICA 2**

$H_a$ : El diseño de mezcla será óptimo para garantizar la resistencia a la flexión de vigas de un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

$H_0$ : El diseño de mezcla no será óptimo para garantizar la resistencia a la flexión de vigas de un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

**Tabla 35**

*Condiciones del diseño de mezcla*

<b>REQUERIMIENTOS</b>	
<b>Resistencia Especificada (<math>f'c_{28}</math>)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Uso (Tipo de Estructura)</b>	Vigas
<b>Consistencia</b>	Plástica
<b>Condición de Exposición</b>	Sin Aire Incorporado
<b>Condiciones Específicas de Exposición</b>	Sin Condición Especial
<b>Concreto Expuesto a Soluciones de Sulfatos</b>	No
<b>Desviación Estándar (S)</b>	84 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Asentamiento (Uso)</b>	1 a 4 Pulgadas
<b>Asentamiento (Consistencia)</b>	3 a 4 Pulgadas
<b>MATERIALES</b>	
<b>CEMENTO</b>	<b>Andino Tipo I</b>
<b>AGUA</b>	<b>Potable</b>
<b>AGREGADO FINO</b>	
<b>Peso Específico</b>	2.620 g/cm <sup>3</sup>

<b>Absorción</b>	1.190%
<b>Contenido de Humedad</b>	1.360%
<b>Módulo de Finura</b>	2.72
<b>AGREGADO GRUESO</b>	
<b>Tamaño Máximo Nominal</b>	3/4"
<b>Peso Específico</b>	2.650 g/cm <sup>3</sup>
<b>Peso Seco Compactado</b>	2041.250 kg/m <sup>3</sup>
<b>Absorción</b>	1.270%
<b>Contenido de Humedad</b>	0.660%
<b>Peso Específico</b>	3.15 g/cm <sup>3</sup>

**Tabla 36**

*Diseño de mezcla*

<b>DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO</b>	
f'cr =	294.000 kg/cm <sup>2</sup>
<b>SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>	
TMN =	3/4"
<b>SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO</b>	
Slump =	3 a 4 Pulgadas
<b>VOLUMEN UNITARIO DE AGUA</b>	
205	L/m <sup>3</sup>
<b>CONTENIDO DE AIRE</b>	
2.0	%
<b>RELACIÓN AGUA / CEMENTO</b>	
a/c Por Resistencia	0.558
<b>A/C de diseño es</b>	<b>0.558</b>
<b>FACTOR CEMENTO</b>	
367.384	kg/m <sup>3</sup>
8.644	bls/m <sup>3</sup>
<b>CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO</b>	
Vol. A.G. Seco Compactado	0.628
Peso Agr. Grueso Seco	1281.905 kg/m <sup>3</sup>
<b>CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS</b>	
Cemento	= 0.117 m <sup>3</sup>
Agua	= 0.205 m <sup>3</sup>
Aire	= 0.020 m <sup>3</sup>
Agr. Grueso	= 0.484 m <sup>3</sup>
<b>∑ Volúmenes Absolutos</b>	<b>0.826 m<sup>3</sup></b>
<b>CONTENIDO DE AGREGADO FINO</b>	
Vol. Absoluto Agr. Fino	0.174 m <sup>3</sup>
Peso Agr. Fino Seco	455.880 kg/m <sup>3</sup>
<b>VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA</b>	
Cemento	367.384 kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	205.000 L/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	455.880 kg/m <sup>3</sup>

Agregado Grueso Seco	1281.905 kg/m <sup>3</sup>
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO</b>	
<b>AGREGADO FINO</b>	
Contenido de Humedad	1.360%
Peso Húmedo A.F.	462.080 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Contenido de Humedad	0.660%
Peso Húmedo A.G.	1290.366 kg/m <sup>3</sup>
<b>HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS</b>	
H.S. Agregado Fino	0.170%
H.S. Agregado Grueso	-0.610%
<b>APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>	
A.H. Agregado Fino	0.775 L/m <sup>3</sup>
A.H. Agregado Grueso	-7.820 L/m <sup>3</sup>
	<b>-7.045 L/m<sup>3</sup></b>
<b>Agua Efectiva</b>	<b>212.045 L/m<sup>3</sup></b>

**Tabla 37**

*Cantidad de materiales de diseño de mezcla*

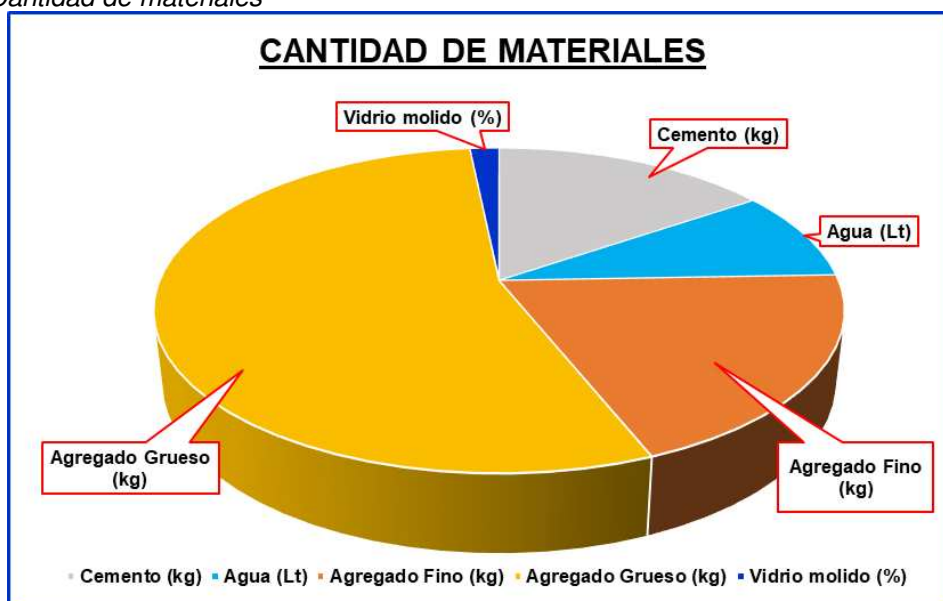
<b>CANTIDAD DE MATERIAL PARA UN DETERMINADO VOLUMEN</b>	
Cemento	47.48 kg
Agua	27.43 Lt
Agregado Fino	59.77 kg
Agregado Grueso	166.89 kg

**Tabla 38**

*Cantidad de vidrio molido*

<b>PORCENTAJE DE ADICIÓN PARA CADA MEZCLA DE CONCRETO</b>	
%	VIDRIO MOLIDO (KG)
3%	5.01 kg
5%	8.34 kg
7%	11.68 kg

**Figura 13**  
*Cantidad de materiales*



*Nota.* Se muestra la cantidad de materiales

### **Interpretación**

Los resultados de los ensayos previos realizados en laboratorio de los agregados garantizan un adecuado diseño de mezcla, así mismo nuestros resultados de la cantidad de materiales y el proceso de ejecución en laboratorio para el concreto que se desarrolló con la adición de vidrio molido fueron positivos como pueden ser observados en los resultados a flexión, por lo tanto, se concluye que el diseño de mezcla fue óptimo para garantizar la resistencia a la flexión de vigas de un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

#### **4.2.4. HIPÓTESIS ESPECIFICA 3**

$H_a$ : Hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Huánuco – 2024.

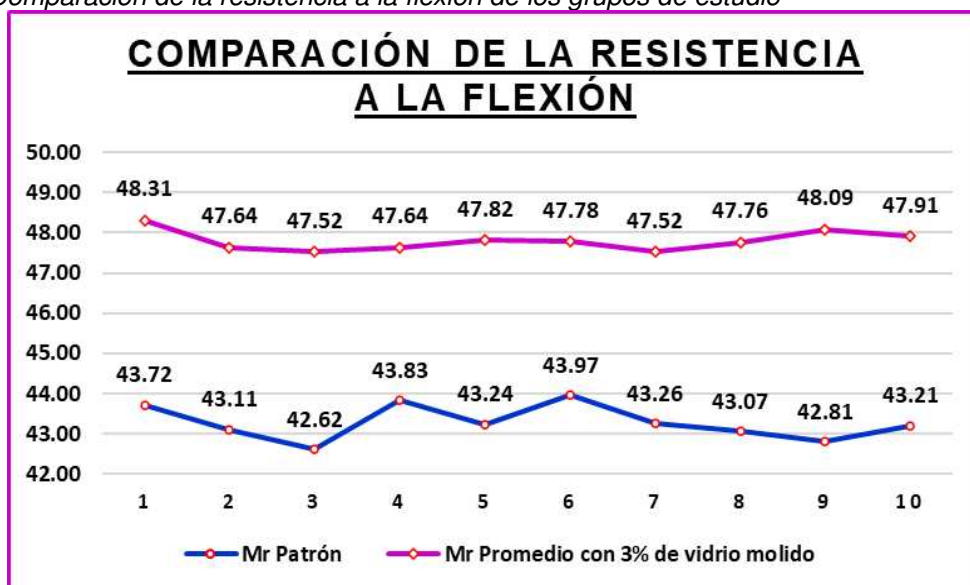
$H_0$ : No hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Huánuco – 2024.

**Tabla 39**  
*Resistencia a la flexión de los grupos de estudio*

Muestra	Mr Patrón	Mr con 3% de vidrio molido
1	43.72	48.31
2	43.11	47.64
3	42.62	47.52
4	43.83	47.64
5	43.24	47.82
6	43.97	47.78
7	43.26	47.52
8	43.07	47.76
9	42.81	48.09
10	43.21	47.91

**Figura 14**

*Comparación de la resistencia a la flexión de los grupos de estudio*



*Nota.* Se muestra los valores de los grupos de estudio.

**Tabla 40**

*Valores estadísticos de los grupos de estudio*

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL GRUPO PATRÓN Y CON EL 3% DE VIDRIO MOLIDO		
	Estadístico	
<b>Grupo patrón</b>	Media	43.284
	Desviación estándar	0.413
	Mínimo	42.620
	Máximo	43.970
<b>Grupo con el 3% de vidrio molido</b>	Media	47.799
	Desviación estándar	0.238
	Mínimo	47.520

Máximo	48.310
--------	--------

### Interpretación

Se presenta la comparación de los resultados de la resistencia a la flexión, donde el grupo patrón posee una media de sus resultados de 43.284 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.413 kg/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estos 42.620 kg/cm<sup>2</sup> y 43.970 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que con 3% de vidrio molido posee una media de sus resultados de 47.799 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.238 kg/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estos 47.520 kg/cm<sup>2</sup> y 48.310 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 41**  
*Normalidad de los grupos de estudio*

	PRUEBAS DE NORMALIDAD		
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
<b>Grupo patrón</b>	,861	10	,184
<b>Grupo con el 3%, de vidrio molido</b>	,882	10	,187

### Interpretación

La prueba normalidad tomada fue la de SHAPIRO – WILK, donde las muestras a evaluar son menores de 50, teniendo una distribución paramétrica de (p=0.184) para el grupo patrón, y (p=0.187) con el 3%, de vidrio molido cumpliendo; con la condición de (p≥0.05), demostrando que nuestros datos obtenidos siguen una distribución normal.

**Tabla 42**  
*Prueba t aplicada a los grupos*

PRUEBA DE MUESTRAS EMPAREJADAS			
Diferencias emparejadas	t	gl	Sig. (bilateral)

	Media	Desv. Desviación			
<b>Grupo patrón - grupo con el 3% de vidrio molido</b>	-1,477	,361	-45,242	10	,002

La prueba t aplicado al grupo patrón y con el 3% de vidrio molido demuestra que sí hay variación y significancia entre ambos con respecto a sus medias ( $t=-45.242$ ,  $p=0.002<0.05$ ).

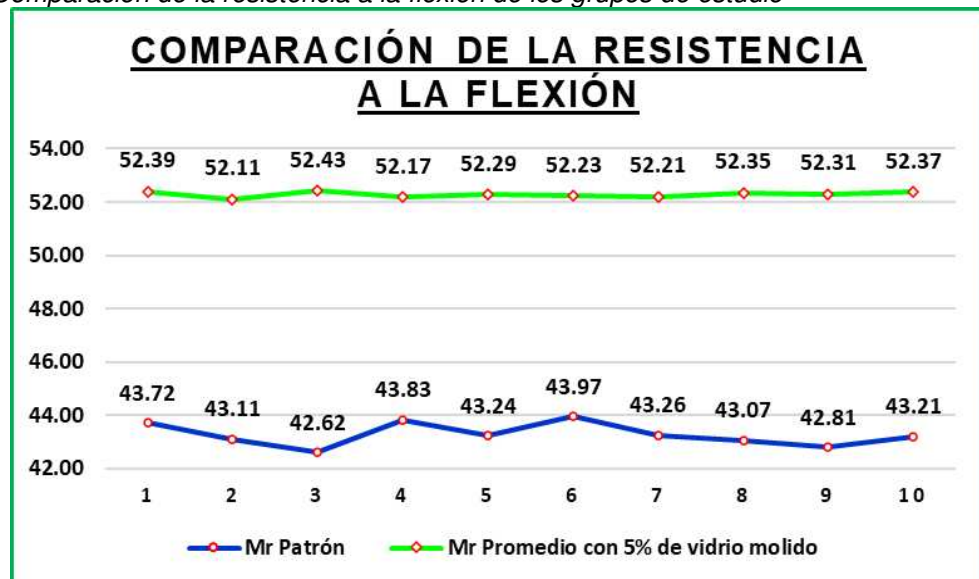
**Tabla 43**

*Resistencia a la flexión de los grupos de estudio*

Muestra	Mr Patrón	Mr con 5% de vidrio molido
1	43.72	52.39
2	43.11	52.11
3	42.62	52.43
4	43.83	52.17
5	43.24	52.29
6	43.97	52.23
7	43.26	52.21
8	43.07	52.35
9	42.81	52.31
10	43.21	52.37

**Figura 15**

*Comparación de la resistencia a la flexión de los grupos de estudio*



Nota. Se muestra los valores de los grupos de estudio.

**Tabla 44**

<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL GRUPO PATRÓN Y CON EL 5% DE VIDRIO MOLIDO</b>		
<b>Estadístico</b>		
<b>Grupo patrón</b>	Media	43.284
	Desviación estándar	0.413
	Mínimo	42.620
	Máximo	43.970
<b>Grupo con el 5% de vidrio molido</b>	Media	52.286
	Desviación estándar	0.098
	Mínimo	52.110
	Máximo	52.430

### Interpretación

Se presenta la comparación de los resultados de la resistencia a la flexión, donde el grupo patrón posee una media de sus resultados de 43.284 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.413 kg/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estos 42.620 kg/cm<sup>2</sup> y 43.970 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que con 5% de vidrio molido posee una media de sus resultados de 52.286 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.098 kg/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estos 52.110 kg/cm<sup>2</sup> y 52.430 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 45**  
Normalidad de los grupos de estudio

<b>PRUEBAS DE NORMALIDAD</b>			
	<b>Shapiro-Wilk</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
<b>Grupo patrón</b>	,859	10	,182
<b>Grupo con el 5%, de vidrio molido</b>	,907	10	,201

### Interpretación

La prueba normalidad tomada fue la de SHAPIRO – WILK, donde las muestras a evaluar son menores de 50, teniendo una distribución paramétrica de (p=0.182) para el grupo patrón, y (p=0.201) con el 5%,

de vidrio molido cumpliendo; con la condición de ( $p \geq 0.05$ ), demostrando que nuestros datos obtenidos siguen una distribución normal.

**Tabla 46**  
*Prueba t aplicada a los grupos*

<b>PRUEBA DE MUESTRAS EMPAREJADAS</b>					
	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación			
	<b>Grupo patrón - Grupo con el 5% de vidrio molido</b>	-1,519			

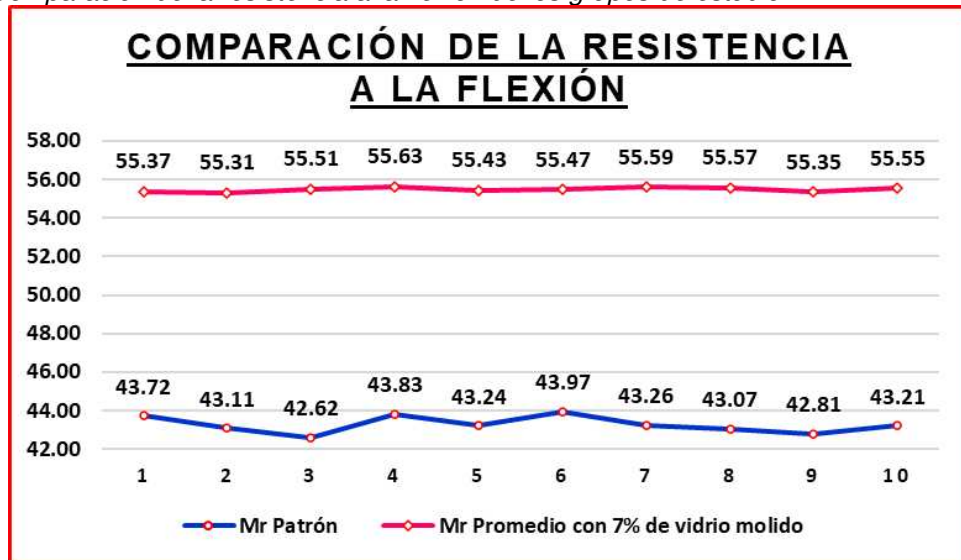
La prueba t aplicado al grupo patrón y con el 5% de vidrio molido demuestra que sí hay variación y significancia entre ambos con respecto a sus medias ( $t = -38.448$ ,  $p = 0.001 < 0.05$ ).

**Tabla 47**  
*Resistencia a la flexión de los grupos de estudio*

Muestra	Mr Patrón	Mr con 7% de vidrio molido
1	43.72	55.37
2	43.11	55.31
3	42.62	55.51
4	43.83	55.63
5	43.24	55.43
6	43.97	55.47
7	43.26	55.59
8	43.07	55.57
9	42.81	55.35
10	43.21	55.55

**Figura 16**

*Comparación de la resistencia a la flexión de los grupos de estudio*



Nota. Se muestra los valores de los grupos de estudio.

**Tabla 48**

*Valores estadísticos de los grupos de estudio*

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL GRUPO PATRÓN Y CON EL 7% DE VIDRIO MOLIDO		
Estadístico		
Grupo patrón	Media	43.284
	Desviación estándar	0.413
	Mínimo	42.620
	Máximo	43.970
Grupo con el 7% de vidrio molido	Media	55.478
	Desviación estándar	0.104
	Mínimo	55.310
	Máximo	55.630

### Interpretación

Se presenta la comparación de los resultados de la resistencia a la flexión, donde el grupo patrón posee una media de sus resultados de 43.284 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.413 kg/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos, el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estos 42.620 kg/cm<sup>2</sup> y 43.970 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que con 7% de vidrio molido posee una media de sus resultados de 55.478 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 0.104 kg/cm<sup>2</sup> que muestra que no existe mucha dispersión de datos,

el valor mínimo y máximo obtenido en las pruebas de las diferentes muestras siendo estos 55.310 kg/cm<sup>2</sup> y 55.630 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 49**  
*Normalidad de los grupos de estudio*

<b>PRUEBAS DE NORMALIDAD</b>			
	<b>Shapiro-Wilk</b>		
	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
<b>Grupo patrón</b>	,859	10	,183
<b>Grupo con el 7%, de vidrio molido</b>	,919	10	,208

### **Interpretación**

La prueba normalidad tomada fue la de SHAPIRO – WILK, donde las muestras a evaluar son menores de 50, teniendo una distribución paramétrica de ( $p=0.183$ ) para el grupo patrón, y ( $p=0.208$ ) con el 7%, de vidrio molido cumpliendo; con la condición de ( $p \geq 0.05$ ), demostrando que nuestros datos obtenidos siguen una distribución normal.

**Tabla 50**  
*Prueba t aplicada a los grupos*

<b>PRUEBA DE MUESTRAS EMPAREJADAS</b>					
	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación			
	<b>Grupo patrón - Grupo con el 7% de vidrio molido</b>	-1,729			

La prueba t aplicado al grupo patrón y con el 7% de vidrio molido demuestra que sí hay variación y significancia entre ambos con respecto a sus medias ( $t=-35.362$ ,  $p=0.001 < 0.05$ ).

Concluyendo que con los 3 porcentajes propuestos se demostró que hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Huánuco – 2024.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al concluir las pruebas laboratoriales, los datos obtenidos respecto a la resistencia a la flexión del conjunto con adiciones de 3%, 5% y 7% evidencian una media de 51.854 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual refleja una progresión en dicha propiedad mecánica. Este hallazgo guarda consonancia con lo reportado por León (2020), quien, al analizar la repercusión del vidrio molido (12% y 40%) y la viruta de acero (5% y 11%) sobre la resistencia del concreto convencional, encontró que las mezclas compuestas por 12% de vidrio molido junto a 5% u 11% de viruta de acero sobrepasaron al concreto patrón (210 kg/cm<sup>2</sup>) en cuanto a resistencia a compresión, alcanzando cifras superiores a 230 kg/cm<sup>2</sup>. En lo concerniente a la resistencia a flexión, se registraron incrementos entre 8% y 11% con la fórmula de 12% de vidrio + 11% de viruta. De modo análogo, Ahumada (2024) planteó un esquema experimental con elaboración de vigas (en disposición horizontal y vertical) y losas, empleando variantes en el método de vertido (fijo en extremo, central y móvil, con velocidades alta, media y baja), obteniendo valores de resistencia a tracción que fluctuaron notablemente: en losas, por ejemplo, la resistencia residual media fue de 8.22 MPa con vertido central, frente a 5.74 MPa en el caso de vertido en esquina. Igualmente, los resultados concuerdan con lo expuesto por Beltrán (2023), quien documentó que el compuesto con tejido denso alcanzó un esfuerzo a tracción de 5 MPa y un módulo elástico de 148 MPa, en tanto que el tejido más laxo presentó 3.83 MPa y 140 MPa, respectivamente. Las vigas reforzadas exhibieron un alza en su capacidad portante y resistencia a la flexión de 10% con el tejido menos compacto y de 20% con el más denso. De igual forma, se armoniza con Espinoza y Arquíñigo (2022), cuyos datos revelan un incremento del 8.71% en la resistencia a la flexión al incorporar 20 kg de fibra de acero, y del 18.64% con la inclusión de 6 kg de macrofibra de polipropileno; no obstante, con 8 kg de esta última, se evidenció una merma del 4.28% en comparación con el concreto convencional.

Las pruebas experimentales concernientes a los áridos revelan una idoneidad satisfactoria de los mismos para la formulación de una dosificación con un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, dado que su procedencia se remonta a una cantera autorizada —la de Andabamba—, lo cual asegura que se hayan sometido a los análisis y verificaciones pertinentes. Tal afirmación halla correspondencia en Macías (2024), quien llevó a cabo una indagación empírica sobre la respuesta a flexión de vigas confeccionadas con proporciones diversas de concreto reciclado, cotejándolas con el concreto convencional bajo los lineamientos de las normas ACI 211.1 y ASTM C78-02. En dicha investigación se emplearon agregados reciclados en proporciones de 15%, 25% y 30%, constatándose que el concreto con 15% de material triturado evidenció el desempeño más favorable, superando al convencional al alcanzar un módulo de rotura de 47.008 kg/cm<sup>2</sup> frente a 41.185 kg/cm<sup>2</sup> al cabo de 28 días, lo cual supone una diferencia de 5.823 kg/cm<sup>2</sup>. Por el contrario, a medida que se incrementó el contenido de reciclado, la capacidad resistente decayó: 36.89 kg/cm<sup>2</sup> para el 25% y 32.39 kg/cm<sup>2</sup> con el 30%. Asimismo, los hallazgos se alinean con lo reportado por Palomino (2023), cuyas observaciones confirman que la incorporación de fibras alteró la conducta estructural de las vigas: aquellas mezclas con 1.8 kg/m<sup>3</sup> evidenciaron fracturas súbitas, mientras que las dosificaciones de 4.5 kg/m<sup>3</sup> o más presentaron una respuesta más dúctil. Se determinó que la resistencia a la flexión fluctuó según la proporción de fibras y la magnitud del esfuerzo cíclico, decreciendo hasta un 57.35% en especímenes con 6.0 kg/m<sup>3</sup> tras la aplicación de 600 ciclos de carga. En cuanto al módulo de elasticidad, las mezclas con árido grueso de 19 mm mostraron valores entre 31,155.61 MPa y 27,986.27 MPa; en tanto, para árido de 12.7 mm, oscilaron entre 20,181.36 MPa y 18,800.24 MPa.

Las pruebas preliminares efectuadas sobre los áridos evidencian una conformidad satisfactoria en cuanto a su calidad, condición imprescindible para la formulación óptima de una dosificación con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> que asegure un desempeño adecuado en términos de RF. Estos resultados se alinean con lo reportado por Rodríguez y Rodríguez (2020), quienes observaron que, tras 28 días de curado, las vigas con incorporación de vidrio

molido no manifestaron mejoras significativas, salvo en la muestra con 3%, la cual mostró un leve incremento de 45.61 kg/cm<sup>2</sup>. Igualmente, los hallazgos coinciden con lo documentado por Quispe y Córdova (2024), cuyos ensayos revelan valores de resistencia a flexión de 2.51 MPa (25.60 kg/cm<sup>2</sup>), 2.25 MPa (22.97 kg/cm<sup>2</sup>) y 2.00 MPa (20.44 kg/cm<sup>2</sup>) a los 7 días, y de 3.34 MPa (34.04 kg/cm<sup>2</sup>), 3.13 MPa (31.87 kg/cm<sup>2</sup>) y 2.79 MPa (28.45 kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días. A su vez, se constató una reducción en la huella de carbono conforme aumentó la proporción de agregados reciclados, registrándose emisiones de CO<sub>2</sub> de 453.74 kg en la muestra patrón, 445.93 kg en el diseño M1 y 441.47 kg en M2. De igual modo, se corrobora con lo expuesto por Bejarano y Villaverde (2024), cuyos datos indican que la consistencia del concreto fresco disminuyó hasta en un 43.72% en la mezcla con fibras de 8 cm y una dosificación de 60 kg/m<sup>3</sup>; no obstante, la resistencia a compresión ascendió un 8.23% y la resistencia a la flexión se incrementó en un 29.84% en la muestra con fibras de 6 cm y 20 kg/m<sup>3</sup> de dosificación.

Concluidos los ensayos sobre las vigas, los promedios de resistencia a la flexión obtenidos para mezclas con vidrio molido fueron: 47.799 kg/cm<sup>2</sup> al 3%, 52.286 kg/cm<sup>2</sup> al 5% y 55.478 kg/cm<sup>2</sup> al 7%, lo que pone de manifiesto una tendencia creciente en dicha propiedad. Tales cifras encuentran eco en los estudios de Rivera (2023), quien, al analizar el efecto de estos aditivos sobre las propiedades físico-mecánicas del concreto, reportó un incremento en el asentamiento desde 3 4/7" (patrón) hasta 4 2/3" en la mezcla GE3; sin embargo, la resistencia a flexión experimentó una leve disminución de 46.33 kg/cm<sup>2</sup> a 45.97 kg/cm<sup>2</sup>. De manera similar, los resultados de Huamán (2024) indican que la RF media a 28 días fue de 51.08 kg-f/cm<sup>2</sup> con 5% de viruta metálica, 52.37 kg-f/cm<sup>2</sup> con 7% y 54.17 kg-f/cm<sup>2</sup> con 10%, todos superiores al grupo de control. En contraposición, los hallazgos de Seguil (2024) discrepan, ya que su estudio arrojó que la resistencia a la flexión a los 28 días fue de 35.87 kg/cm<sup>2</sup> para concreto convencional, 39.84 kg/cm<sup>2</sup> con 2% de fibra de vidrio y 36.41 kg/cm<sup>2</sup> con 10% de vidrio molido; en cuanto a la resistencia a compresión, los valores fueron de 271.37 kg/cm<sup>2</sup>, 298.49 kg/cm<sup>2</sup> y 281.90 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

## CONCLUSIONES

En lo que respecta al propósito general, se consiguió valorar la RF de vigas de concreto confeccionadas con adición de vidrio pulverizado, registrándose un promedio conjunto para las dosificaciones del 3%, 5% y 7% de 51.854 kg/cm<sup>2</sup>. Tal hallazgo permite inferir un aumento notorio en comparación con la mezcla patrón, particularmente bajo ciertas proporciones que resultaron óptimas. Ello sugiere que el vidrio triturado puede operar como un agente coadyuvante eficaz, potenciando las cualidades mecánicas del conglomerado. Simultáneamente, su aplicación favorece prácticas constructivas sostenibles mediante la valorización de residuos vítreos. Se constata, por ende, que su incorporación representa una alternativa tecnológicamente factible para robustecer la resistencia a la flexión y mitigar la huella ecológica.

Respecto al objetivo específico 1, se verificó la idoneidad de los agregados utilizados, permitiendo formular un diseño de mezcla correspondiente a un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Se evidenció que la utilización de áridos de elevada calidad, procedentes de una cantera formal como la de Andabamba, incide favorablemente en la resistencia a la flexión del concreto. Los datos obtenidos señalan que tanto la calidad como el origen controlado de los agregados constituyen variables determinantes del comportamiento mecánico. Este hecho subraya la relevancia de optar por insumos certificados para asegurar estructuras más longevas y fiables. Asimismo, recurrir a fuentes reguladas contribuye al cumplimiento normativo y a las metas de sostenibilidad. Así, queda claro que la selección adecuada de agregados es esencial para optimizar tanto la resistencia a la flexión como la integridad de las edificaciones.

En lo concerniente al objetivo específico 2, se llevó a cabo la elaboración del diseño de mezcla más propicio para garantizar la resistencia a la flexión de vigas con un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, ratificándose que la inclusión de vidrio molido en proporciones variables incide positivamente sobre dicha propiedad. Por medio de ensayos experimentales, se definió una dosificación óptima que

maximiza el rendimiento estructural. Los resultados confirman la factibilidad técnica del vidrio pulverizado como componente complementario en mezclas cementicias. Además, su incorporación refuerza las prácticas sostenibles al integrar residuos reciclables con eficiencia. En síntesis, optimizar el diseño de mezcla mediante la inclusión de vidrio molido constituye una táctica idónea para acrecentar el desempeño estructural al tiempo que se atenúa el impacto ambiental.

Con relación al objetivo específico 3, se cuantificó la RF de vigas confeccionadas con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido, manteniendo un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Las medias obtenidas fueron: 47.799 kg/cm<sup>2</sup> para el 3%, 52.286 kg/cm<sup>2</sup> para el 5% y 55.478 kg/cm<sup>2</sup> para el 7%. Dichos valores ponen de manifiesto que la incorporación del vidrio molido, en los porcentajes señalados, refuerza significativamente la resistencia a la flexión según los resultados experimentales. El análisis de datos revela un incremento sustancial frente a la mezcla convencional, destacándose un rango porcentual favorable para su implementación. Se reafirma así la función del vidrio molido como refuerzo eficaz del material, al tiempo que su uso favorece la reutilización de desechos y la sostenibilidad del sector. En suma, la dosificación adecuada de vidrio pulverizado se perfila como una estrategia sólida para optimizar la resistencia a la flexión.

La presente indagación acredita que el añadido de vidrio molido a las vigas de concreto contribuye de manera significativa a elevar su resistencia a la flexión, configurando un aporte de notable trascendencia social. Por una parte, promueve la consolidación de infraestructuras más resistentes y perdurables, aspecto crucial en zonas proclives a exigencias estructurales, disminuyendo así la probabilidad de colapsos y resguardando vidas humanas. Por otra, se alinea con los principios de sostenibilidad al reincorporar residuos vítreos que, de lo contrario, acrecentarían la carga contaminante, favoreciendo una lógica de economía circular dentro del ámbito constructivo. Finalmente, al valerse de un insumo reciclado y de bajo costo, se abren posibilidades más asequibles frente a aditivos tradicionales, facilitando el

acceso a soluciones constructivas de calidad superior en comunidades con recursos limitados, lo que fortalece el tejido social y el desarrollo urbano equitativo.

## **RECOMENDACIONES**

Se aconseja la implementación de concreto con incorporación de vidrio triturado en obras de infraestructura que demanden elevada resistencia a la flexión, tales como pavimentos, estructuras de contención y elementos sometidos a flexión. Esta estrategia no solo potencia el desempeño estructural, sino que, además, respalda criterios de sostenibilidad mediante la valorización de residuos reciclables.

Resulta pertinente proseguir con la investigación a fin de perfeccionar la dosificación del vidrio molido en las mezclas cementicias, procurando hallar un punto de equilibrio entre la capacidad resistente y la facilidad de manejo del material. Tal ajuste permitiría maximizar las ventajas mecánicas sin menoscabar otras cualidades funcionales del concreto.

Asimismo, se recomienda emprender estudios comparativos que involucren diversas tipologías de vidrio (templado, laminado, pigmentado), con el propósito de establecer si determinadas variantes aportan beneficios superiores en términos de resistencia a flexión u otras propiedades físico-mecánicas del compuesto.

Es crucial someter el concreto con adición de vidrio a evaluaciones de durabilidad bajo condiciones ambientales severas, como alternancia de congelamiento y descongelamiento o exposición a medios agresivos, con el fin de garantizar que las mejoras estructurales observadas se conserven a largo plazo en contextos diversos.

Considerando el efecto benéfico sobre el entorno derivado del uso de vidrio reciclado, se insta a promover este material dentro de marcos normativos orientados a la edificación sostenible y en iniciativas vinculadas a la construcción ecológica, favoreciendo así la disminución de residuos y el ahorro de recursos finitos.

Finalmente, se propone difundir los hallazgos de esta investigación entre profesionales del rubro constructivo, tales como ingenieros, arquitectos y técnicos, a través de jornadas técnicas, publicaciones especializadas y

espacios formativos, con el objeto de fomentar la adopción del concreto con vidrio molido en el ámbito profesional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Serway, R., & Faughn, J. (1999). *College Physics*. Saunders Pearson Educación. Obtenido de [https://www.google.com.pe/books/edition/College\\_Physics/KCvdzVRb4l4C?hl=es&gbpv=1&dq=que+es+el+Vidrio+pyrex&pg=PA321&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/College_Physics/KCvdzVRb4l4C?hl=es&gbpv=1&dq=que+es+el+Vidrio+pyrex&pg=PA321&printsec=frontcover)
- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del concreto*. San Marcos E.I.R.L.
- Aceros Arequipa. (2010). *Costruye seguro Manual del maestro Constructor*. Aceros Arequipa. Obtenido de <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-del-maestro-constructor.pdf>
- Ahumada Ponce, M. E. (2024). *Coeficiente de orientación en hormigones de ultra alta resistencia reforzados con fibras y su relación con los métodos de hormigonado*. [Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de València]. Repositorio UPV. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/209116>
- ASTM C293. (2002). *Método de prueba estándar para Resistencia a la Flexión del Concreto (Usando Viga Simple con Carga de punto central)*. ASTM International. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/665847009/Astm-c-293-Espanol>
- ASTM C313. (2003). *Práctica Normalizada para la preparación y curado en obra de las probetas para ensayo del hormigón*. ASTM International. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/astm-c-31-4-pdf-free.html>
- Bangerter, M., Cavacini, M., Lostumbo, D., Masip, J. M., & Masip, S. (s/f). *TECNOLOGIAS Y ELABORACION DEL VIDRIO*. U.N.R. Obtenido de <https://www.fceia.unr.edu.ar/materialescivil/Monografias/03.01.05-Tecnologias%20y%20Elaboracion%20del%20Vidrio.pdf>
- Bejarano Espinoza, C. E., & Villaverde Aira, J. M. (2024). *Estudio de las propiedades Físico – Mecánicas del concreto F'C=210 kg/cm<sup>2</sup> con fibras de acero reciclado en Huánuco*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio institucional UNHEVAL.

Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/item/5ff4fb49-c0e3-467b-9096-5dbfab0ceb4c>

Beltrán Martínez, O. D. (s.f.). *Material compuesto epóxico/fique, como refuerzo externo en elementos de concreto sometidos a flexión*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UN. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83838>

Caballero León, C. F., & Harold Giovanni, P. D. (2019). *Reduccion de defectos en los envases de vidrio rediseñando el sistema de refrigeración en los premoldes y aumentar la eficiencia de las máquinas formadoras (OI)[Tesis de Pregrado, Universidad Antonio Ruiz de Montoya ]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12833/2053>

Cassinello Pérez, F. (1996). *Construcción*. Instituto Juan de Herrera. Obtenido de [https://www.google.com.pe/books/edition/Construcci%C3%B3n/zDnQsoo\\_uEIC?hl=es&gbpv=1&dq=Aridos&pg=PA122&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Construcci%C3%B3n/zDnQsoo_uEIC?hl=es&gbpv=1&dq=Aridos&pg=PA122&printsec=frontcover)

Castañeda Granda, D. I. (2017). *Análisis de la granulometría de la concha de abanico triturada para su uso como agregado en concretos*[Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/3011>

Durst , H., & Gokel, G. (1985). *Química orgánica experimental*. Barcelona: Reverte. Obtenido de [https://www.google.com.pe/books/edition/Qu%C3%ADmica\\_org%C3%A1nica\\_experimental/zOAbEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=que+es+la+cristalizaci%C3%B3n&pg=PA60&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Qu%C3%ADmica_org%C3%A1nica_experimental/zOAbEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=que+es+la+cristalizaci%C3%B3n&pg=PA60&printsec=frontcover)

Espinoza Rosales, J. P., & Arquíñigo Jaimes, Á. J. (2022). *Evaluación de la resistencia a la flexión para un pavimento rígido  $F'C = 280 \text{ kg/cm}^2$ , con la adición de fibra de acero y macrofibra de polipropileno frente al diseño tradicional en la Ciudad de Huánuco – 2021*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio institucional UNHEVAL. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/item/0ae14a68-1f25-4ce9-a6f1-e222f956d5b8>

- Fouad, S. (2022). *Hormigón Translúcido*. Mil Millones De Conocimientos. Obtenido de [https://www.google.com.pe/books/edition/Hormig%C3%B3n\\_Transl%C3%BAcido/Hv6TEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=aglutinantes+en+el+concreto&pg=PT123&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Hormig%C3%B3n_Transl%C3%BAcido/Hv6TEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=aglutinantes+en+el+concreto&pg=PT123&printsec=frontcover)
- Glenn H., B., & Eugene M., S. (1967). *Química cuantitativa*. Barcelona: Reverté. Obtenido de [https://www.google.com.pe/books/edition/Qu%C3%ADmica\\_cuantitativa/MSts88PUKXUC?hl=es&gbpv=1&dq=que+es+el+Vidrio+pyrex&pg=PA30&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Qu%C3%ADmica_cuantitativa/MSts88PUKXUC?hl=es&gbpv=1&dq=que+es+el+Vidrio+pyrex&pg=PA30&printsec=frontcover)
- Gomá, F. (1979). *El Cemento Portland y otros Aglomerantes*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados. Obtenido de [https://www.google.com.pe/books/edition/El\\_cemento\\_Portland\\_y\\_otros\\_aglomerantes/XDTMOk4Ggd0C?hl=es&gbpv=1&dq=Producto+aglomerado+concreto&pg=PA14&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/El_cemento_Portland_y_otros_aglomerantes/XDTMOk4Ggd0C?hl=es&gbpv=1&dq=Producto+aglomerado+concreto&pg=PA14&printsec=frontcover)
- Gutiérrez Padilla, E. (2014). *Formulación de vidrio sodo - cálcicos con bajo contenido de óxido de magnesio y estudio de propiedades físicas para su aplicación en procesos de prensa y soplo - prensa [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León ]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080253831.PDF>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Callado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (cuarta ed.). Mexico: Interamericana Editores, S.A. DE .C.V. .
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mc Graw Hill Education.
- Hirschfeld, K. (1975). *Estática en la construcción*. Reverte. Obtenido de [https://www.google.com.pe/books/edition/Est%C3%A1tica\\_en\\_la\\_construcci%C3%B3n/ZToL08fbE00C?hl=es&gbpv=1&dq=deformaciones&pg=PA167&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Est%C3%A1tica_en_la_construcci%C3%B3n/ZToL08fbE00C?hl=es&gbpv=1&dq=deformaciones&pg=PA167&printsec=frontcover)
- Huaman Leandro, Y. (2024). *Evaluación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con viruta metálica al 5, 7 y 10% para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de HUÁNUCO – 2024*. [Tesis de titulación,

- Universidad de Huánuco]. Repositorio UDH. Obtenido de <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/5427>
- León Retuerto, V. D. (2020). *Estudio experimental para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  adicionando vidrio molido con viruta de acero, Ventanilla 2020*. [Tesis de titulación, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/68802>
- Luisa Arocena, A. (1998). *Residuos solidos urbanos manual de gestion integral*. CEMPRE URUGUA. Obtenido de [https://www.cempre.org.uy/docs/manual\\_girsu/parte\\_3.3\\_vidrio.pdf](https://www.cempre.org.uy/docs/manual_girsu/parte_3.3_vidrio.pdf)
- Macías Andrade, D. M. (2024). *Análisis comparativo de la resistencia a flexión en vigas fabricados con hormigón tradicional y hormigón reciclado*. [Tesis de titulación, Universidad estatal del sur de Manabí]. Repositorio institucional UNESUM. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6103>
- Municipalidad distrital de Amarilis . (2019). *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Amarilis - 2019*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/657909524/ESTUDIO-DE-CARACTERIZACION-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-MUNICIPALES-AMARILIS-2019>
- Muñoz Rocha, C. I. (2015). *Metodología de la investigación*. OXFORD.
- NTP 339.033. (2015). *CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*. INACAL. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/ntp-3390332015-concreto-elaboracion-y-curado-de-especimenes-de-concreto-en-campo-3-pdf-free.html>
- 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 339.079. (2012). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo*. INDECOPI. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/372901345/NTP-339-079-2012-pdf#>
- NTP 339.088. (2019). *CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland*. INACAL. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/445076889/NTP-339-088-aguas>
- NTP 400.037. (2018). *Agregados. Agregados para concreto. Requisitos*. INACAL. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/509925124/NTP-400-037-2018>
- Palomino Barón, D. L. (2023). *Comportamiento a flexión de vigas de concreto reforzado con fibras de polipropileno sometidas a cargas cíclicas*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UN. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84356>
- Perdomo Ospina, C. (2009). *Fundamentos en lentes oftálmicos*. Bogotá: Universidad de La Salle. Obtenido de [https://www.google.com.pe/books/edition/Fundamentos\\_en\\_lentes\\_of%C3%A1lmicos/KpjGDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=vidrio+flint&pg=PA60&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Fundamentos_en_lentes_of%C3%A1lmicos/KpjGDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=vidrio+flint&pg=PA60&printsec=frontcover)
- Porrero S., J., Ramos R., C., Grases G., J., & J. Velazco, G. (2014). *Manual del concreto estructural*. PAG Marketing Soluciones. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pe56d.s3.amazonaws.com/p193k6ak6nqf8199a17uh1ukueue9.pdf>
- Quikrete Perú. (s/f.). *Mezcla de cemento, arena y piedra*. Quikrete Perú. Obtenido de <https://www.quikreteperu.com/fichas/Ficha-tecnica-Concrelisto-210-Tipo-I.pdf>
- Quispe Sandoval, M. T., & Cordova Ymbertis, J. R. (2024). *Diseño de concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando concreto reciclado y vidrio molido en reemplazo del 30% y 50% de los agregados naturales para su aplicación en veredas*. [Tesis de titulación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. Repositorio UPC. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/683233>

- Rivera Inchisana, L. C. (2023). *Adición de pigmentos de anilina y vidrio molido para mejorar las propiedades del concreto en instituciones educativas*. [Tesis de titulación, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/141910>
- Rodriguez Nuñez, A. R., & Rodriguez Rodriguez, P. M. (2020). *Efecto del vidrio molido en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo 2019 [Tesis de Pregrado, Universidad Privada de Trujillo]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/231>
- Sanchez de Guzman, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Santa fé de Bogota: Bhandar Editores. Obtenido de [https://www.academia.edu/49045048/Tecnolog%C3%ADa\\_del\\_concreto\\_y\\_del\\_mortero\\_Diego\\_S%C3%A1nchez\\_5ta\\_Edici%C3%B3n](https://www.academia.edu/49045048/Tecnolog%C3%ADa_del_concreto_y_del_mortero_Diego_S%C3%A1nchez_5ta_Edici%C3%B3n)
- Seguil Baltazar, J. R. (2024). *Influencia de la fibra de vidrio y vidrio molido reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>*. [Tesis de titulación, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio UPLA. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/8623>
- Trujillo, C. A., & Sánchez Rojas, J. E. (2007). *Técnicas y medidas básicas en el laboratorio de química*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de [https://www.google.com.pe/books/edition/T%C3%A9cnicas\\_y\\_medidas\\_b%C3%A1sicas\\_en\\_el\\_labor/IJbGDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=borosilicato&pg=PA43&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/T%C3%A9cnicas_y_medidas_b%C3%A1sicas_en_el_labor/IJbGDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=borosilicato&pg=PA43&printsec=frontcover)
- Zaragoza Martínez, J. (2010). *Planes de obra*. Editorial Club Universitario. Obtenido de [https://www.google.com.pe/books/edition/Planes\\_de\\_obra/M\\_QPDgAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=Producto+aglomerado+clinker&pg=PA192&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Planes_de_obra/M_QPDgAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=Producto+aglomerado+clinker&pg=PA192&printsec=frontcover)

## COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

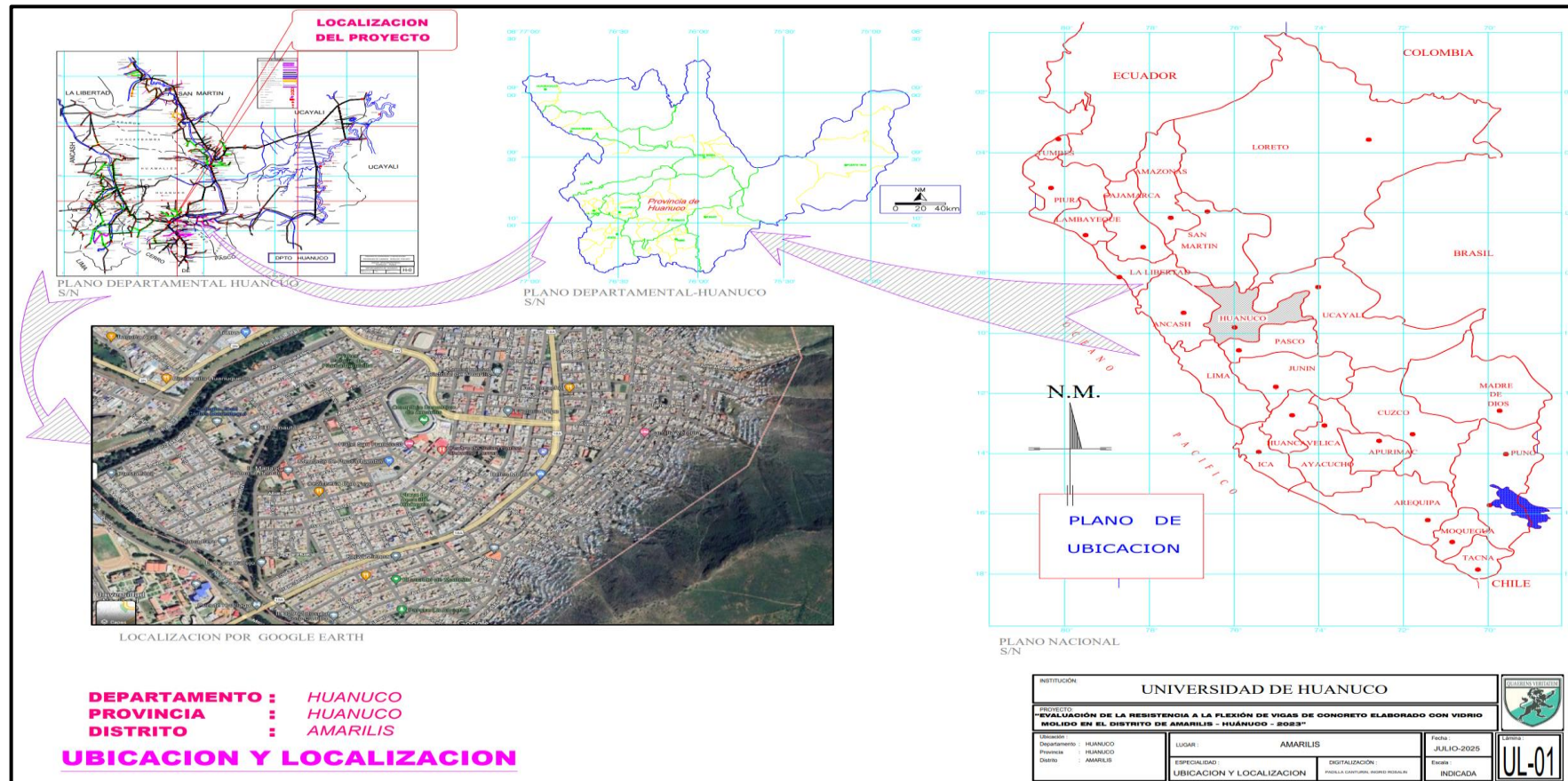
Padilla Canturin, I. (2026). "Evaluación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con vidrio molido en el distrito de Amarilis – Huánuco

– 2024”, [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

# ANEXO 1

## UBICACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO



## ANEXO 2

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO: “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024”**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO DE INVESTIGACIÓN:	METODOLOGÍA
<b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿De qué manera se evaluará la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con vidrio molido en el distrito de Amarilis – Huánuco – 2024?	<b>OBJETIVO GENERAL:</b> Evaluar la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con vidrio molido en el distrito de Amarilis – Huánuco – 2024.	<b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> Existe mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto elaborado con vidrio molido en el distrito de Amarilis – Huánuco – 2024.	<b>Variable independiente:</b> Vidrio molido.	Propiedades físicas y químicas	Composición del vidrio Color y textura Morfología	mm % %	<b>ENFOQUE:</b> Cuantitativo  <b>ALCANCE:</b> Aplicativo	<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</b> Cuasi experimental <b>DISEÑO 1</b> AFN+AGN <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">GC1</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">GRUPO DE CONTROL</span> <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">M1</span> <b>DISEÑO 2</b> AFN+AGN +3%VM <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">GE1</span> X1 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">M2</span> <b>DISEÑO 3</b> AFN+AGN +5%VM <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">GE2</span> X2 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">M3</span> <b>DISEÑO 4</b> AFN+AGN +7%VM <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">GC3</span> X3 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">M4</span> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; text-align: center;">GRUPO EXPERIMENTAL</div>
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b> ¿Cuál será la calidad adecuada de los agregados para poder realizar un diseño de mezcla de un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ? ¿Cuál será el diseño de mezcla óptimo para garantizar la resistencia a la flexión de vigas de un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ? ¿Cuál es la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> Determinar la calidad adecuada de los agregados para poder realizar un diseño de mezcla de un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Determinar el diseño de mezcla óptimo para garantizar la resistencia a la flexión de vigas de un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICA:</b> La calidad de los agregados será adecuada para poder realizar un diseño de mezcla de un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . El diseño de mezcla será óptimo para garantizar la resistencia a la flexión de vigas de un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Hay una mejora significativa en la resistencia a la flexión de vigas de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un	<b>Variable dependiente:</b> Resistencia a la flexión de vigas de concreto.	Selección de materiales (NTP 400.037) y (NTP 339.088) Diseño de mezcla (NTP 339.035)  Prueba de rotura de vigas a flexión (NTP 339.079) y (NTP 339.059)	Diseño de mezcla de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .  Resistencia a la flexión de viga de concreto hecho con un 3%, 5% y 7% de vidrio molido para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .	Kg m <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup>	Está representada por 120 vigas de concreto, cuyas dimensiones son de 15cm x 15cm x 45cm como lo indica la norma ASTM C31 (2022) donde una parte será hecha con concreto convencional y otra a los cuales se le incorporará vidrio molido.  <b>MUESTRA:</b> Se tomará 10 especímenes de Vigas a diferente edad y también según el	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AFN: Agregado fino normal</li> <li>- AGN: Agregado Grueso Natural</li> <li>- 3%VM: 3% de vidrio molido</li> <li>- 5%VM: 5% de vidrio molido</li> <li>- 7%VM: 7% de vidrio molido</li> </ul> <p><b>Vigas de Concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> elaborado con vidrio molido,</b></p> <p>Diseño N°1 (Grupo de control 01) AFN+AGN=concreto convencional                      Diseño N°2 (Grupo experimental 01) AFN+AGN+3%VM=concreto experimental                      Diseño N°3 (Grupo experimental 02) AFN+AGN+5%VM=concreto experimental                      Diseño N°4 (Grupo experimental 03) AFN+AGN+7%VM=concreto experimental</p> <p style="text-align: right;"><i>Distribución del diseño de investigación</i></p>

f'c=210kg/cm2 en el distrito de Amarilis – Huánuco – 2024?      f'c=210kg/cm2 en el distrito de Amarilis – Huánuco – 2024.      f'c=210kg/cm2 en la ciudad de Huánuco – 2024.

porcentaje de vidrio molido que se le incorporará.

Cantidad de Vigas de concreto	Viga de concreto convencional	% Vidrio molido incorporado a la viga de concreto			TOTAL DE VIGAS A ENSAYAR A ENSAYAR
		3%	5%	7%	
Cantidad de especímenes por (%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 muestras a 7 días.</li> <li>• 10 muestras a 14 días.</li> <li>• 10 muestras a 28 días.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 muestras a 7 días.</li> <li>• 10 muestras a 14 días.</li> <li>• 10 muestras a 28 días.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 muestras a 7 días.</li> <li>• 10 muestras a 14 días.</li> <li>• 10 muestras a 28 días.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 muestras a 7 días.</li> <li>• 10 muestras a 14 días.</li> <li>• 10 muestras a 28 días.</li> </ul>	120

## ANEXO 3


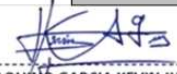
### INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN


CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD			
NORMA	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO		
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO		
AGREGADO FINO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)			
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)			
C	Peso Tara más muestra Seca (g)			
D	Peso muestra Húmeda - <b>Ph</b> (g), $D = B - A$			
E	Peso muestra Seca - <b>Ps</b> (g), $E = C - A$			
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$			
G	Contenido de Humedad (W%) $= \frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$			
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)				
AGREGADO GRUESO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)			
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)			
C	Peso Tara más muestra Seca (g)			
D	Peso muestra Húmeda - <b>Ph</b> (g), $D = B - A$			
E	Peso muestra Seca - <b>Ps</b> (g), $E = C - A$			
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$			
G	Contenido de Humedad (W%) $= \frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$			
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)				

## GRANULOMETRÍA

<b>ENSAYO</b>	GRANULOMETRÍA		
<b>NORMA</b>	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
<b>CANTERA</b>	ANDABAMBA	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	HUANUCO	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	

AGREGADO GRUESO		PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)			5,000.00 gr	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
(pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	GRAVA	ESPECIFICACIÓN
1 1/2"	37.50					
1"	25.00					
3/4"	19.00					
1/2"	12.50					
3/8"	9.50					
N° 4	4.75					
N° 8	2.36					
N° 16	1.18					
N° 30	0.60					
<b>FONDO</b>						




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


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

## ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

<b>ENSAYO</b>	ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS		
<b>NORMA</b>	MTC E207 / ASTM C131 / NTP 400.019		
<b>CANTERA</b>	ANDABAMBA	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	HUANUCO	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso muestra total	gr				
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr				
C	<b>DESGASTE A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES</b> $C = [(A - B) / A] * 100$	%				


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

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

## PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS

<b>ENSAYO</b>	PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS		
<b>NORMA</b>	MTC E203 / ASTM C29 / NTP 400.017		
<b>CANTERA</b>	ANDABAMBA	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	HUANUCO	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	

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

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

AGREGADO FINO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		< 1/2"	Volumen Molde	0.01000 m <sup>3</sup>
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso del Molde + AF Compactado	kg				
B	Peso del Molde	kg				
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	kg				
D	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b> D = C / Vol. Molde	kg/m <sup>3</sup>				
E	Peso del Molde + AF Suelto	kg				
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	kg				
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO</b> G = F / Vol. Molde	kg/m <sup>3</sup>				

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

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		3/4"	Volumen Molde	0.01000 m <sup>3</sup>
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	kg				
B	Peso del Molde	kg				
C	Peso del AG Compactado, C = A - B	kg				
D	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b> D = C / Vol. Molde	kg/m <sup>3</sup>				
E	Peso del Molde + AG Suelto	kg				
F	Peso del AG Suelto, F = E - B	kg				
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO</b> G = F / Vol. Molde	kg/m <sup>3</sup>				

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

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



## ANEXO 4

### RESULTADOS DE LABORATORIO

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	28/08/2024
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	28/08/2024

#### AGREGADO FINO

ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	27.50	27.53	27.50
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	317.50	310.00	314.80
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	313.60	306.50	310.70
D	Peso muestra Húmeda - <b>Ph</b> (g), $D = B - A$	290.00	282.47	287.30
E	Peso muestra Seca - <b>Ps</b> (g), $E = C - A$	286.10	278.97	283.20
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$	3.90	3.50	4.10
G	Contenido de Humedad (W%) = $\frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$	1.36%	1.25%	1.45%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		1.36%		

#### AGREGADO GRUESO

ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	28.71	28.68	28.74
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	231.30	235.00	233.00
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	229.93	233.75	231.61
D	Peso muestra Húmeda - <b>Ph</b> (g), $D = B - A$	202.59	206.32	204.26
E	Peso muestra Seca - <b>Ps</b> (g), $E = C - A$	201.22	205.07	202.87
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$	1.37	1.25	1.39
G	Contenido de Humedad (W%) = $\frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$	0.68%	0.61%	0.69%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		0.66%		

## GRANULOMETRÍA

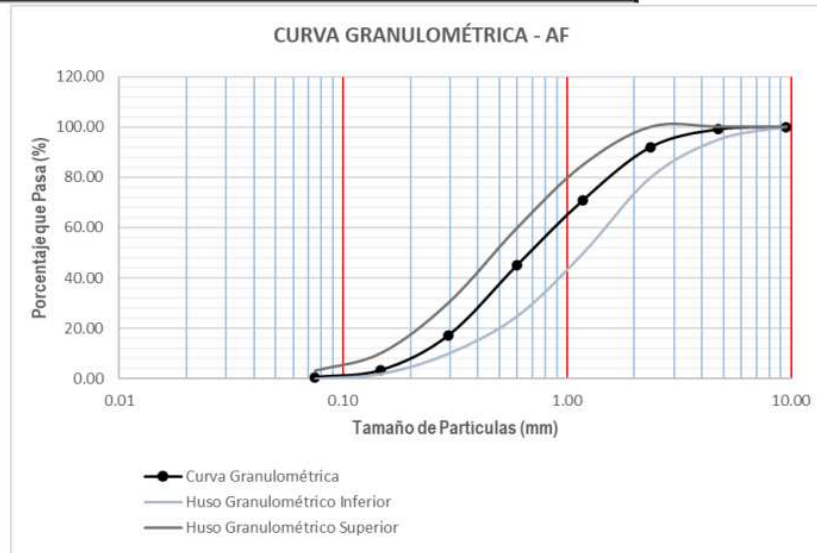
ENSAYO	GRANULOMETRÍA		
NORMA	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	28/08/2024
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	28/08/2024

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	8.81	0.88	0.88	99.12	95	100
N° 8	2.36	70.52	7.05	7.93	92.07	80	100
N° 16	1.18	210.33	21.04	28.97	71.03	50	85
N° 30	0.60	257.91	25.79	54.76	45.24	25	60
N° 50	0.30	281.44	28.15	82.91	17.09	10	30
N° 100	0.15	138.13	13.81	96.72	3.28	2	10
N° 200	0.075	28.22	2.82	99.55	0.45	0	3
<b>FONDO</b>		4.54	0.45	<b>100.00</b>	0.00		
		<b>999.90</b>	<b>100.00</b>				

**Error:** 0.0100%

**Ensayo Aceptado**

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



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

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

## GRANULOMETRÍA

<b>ENSAYO</b>	GRANULOMETRÍA		
<b>NORMA</b>	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
<b>CANTERA</b>	ANDABAMBA	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	28/08/2024
<b>UBICACIÓN</b>	HUANUCO	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	28/08/2024

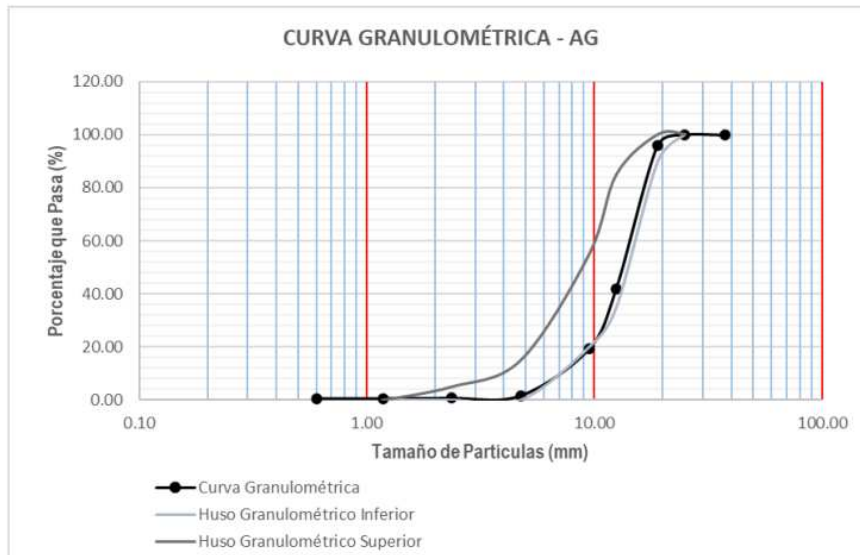
AGREGADO GRUESO		PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)			5,000.00 gr		
TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)				GRAVA	ESPECIFICACIÓN	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	203.00	4.06	4.06	95.94	90	100
1/2"	12.50	2,706.00	54.13	58.19	41.81	35	85
3/8"	9.50	1,126.00	22.52	80.71	19.29	20	55
N° 4	4.75	883.00	17.66	98.37	1.63	0	15
N° 8	2.36	43.00	0.86	99.23	0.77	0	5
N° 16	1.18	6.50	0.13	99.36	0.64	0	0
N° 30	0.60	2.55	0.05	99.41	0.59		
<b>FONDO</b>		29.28	0.59	<b>100.00</b>	0.00		
		4999.33	<b>100.00</b>				

**Error:** 0.0134%

**Ensayo Aceptado**

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

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



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

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

## PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS

<b>ENSAYO</b>	PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS		
<b>NORMA</b>	MTC E203 / ASTM C29 / NTP 400.017		
<b>CANTERA</b>	ANDABAMBA	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	28/08/2024
<b>UBICACIÓN</b>	HUANUCO	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	28/08/2024

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

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		< 1/2"	Volumen Molde	0.01000 m³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso del Molde + AF Compactado	kg	21.55	21.78	21.80	
B	Peso del Molde	kg	3.54	4.79	4.79	
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	kg	18.01	16.99	17.01	
D	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b> D = C / Vol. Molde	kg/m³	1,800.16	1,698.21	1,700.21	1,732.86
E	Peso del Molde + AF Suelto	kg	20.13	20.23	20.17	
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	kg	16.59	15.44	15.38	
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO</b> G = F / Vol. Molde	kg/m³	1,658.23	1,543.28	1,537.28	1,579.60

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

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		3/4"	Volumen Molde	0.01000 m³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	kg	26.25	26.16	26.32	
B	Peso del Molde	kg	5.82	5.82	5.82	
C	Peso del AG Compactado, C = A - B	kg	20.43	20.34	20.50	
D	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b> D = C / Vol. Molde	kg/m³	2,042.05	2,033.05	2,048.65	2,041.25
E	Peso del Molde + AG Suelto	kg	29.36	28.36	30.74	
F	Peso del AG Suelto, F = E - B	kg	23.54	22.54	24.92	
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO</b> G = F / Vol. Molde	kg/m³	2,352.91	2,252.95	2,490.84	2,365.57



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

## GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF

<b>ENSAYO</b>	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF		
<b>NORMA</b>	MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022		
<b>CANTERA</b>	ANDABAMBA	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	28/08/2024
<b>UBICACIÓN</b>	HUANUCO	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	28/08/2024

## GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo (Psss)	gr	500.00	500.00	500.00	
B	Peso del frasco + Agua hasta marca de 500ml	gr	1,296.90	1,297.80	1,296.10	
C	Peso del frasco + Agua + Psss, C = A + B	gr	1,796.90	1,797.80	1,796.10	
D	Peso del frasco + Psss + Agua hasta la marca de 500ml	gr	1,595.56	1,605.84	1,605.63	
E	Volumen de masa + Volumen de vacío, E = C - D	cm <sup>3</sup>	201.34	191.96	190.47	
F	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	494.53	494.57	493.26	
G	Volumen de masa, G = E - (A - F)	cm <sup>3</sup>	195.87	186.53	183.73	
H	<b>PESO ESPECÍFICO BULK (base seca)</b> H = F / E	gr/cm <sup>3</sup>	2.46	2.58	2.59	2.54
I	<b>PESO ESPECÍFICO (base saturada)</b> I = A / E	gr/cm <sup>3</sup>	2.48	2.60	2.63	2.57
J	<b>PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca)</b> J = F / G	gr/cm <sup>3</sup>	2.52	2.65	2.68	2.62
K	<b>ABSORCIÓN</b> K = [(A - F) / F]*100	%	1.11%	1.10%	1.37%	1.19%



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

## PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AG

<b>ENSAYO</b>	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AG		
<b>NORMA</b>	MTC E206 / ASTM C127 / NTP 400.021		
<b>CANTERA</b>	ANDABAMBA	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	28/08/2024
<b>UBICACIÓN</b>	HUANUCO	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	28/08/2024

### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en aire	gr	3,044.00	3,063.00	3,072.00	
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en agua	gr	1,873.00	1,898.00	1,873.00	
C	Volumen de masa + Volumen de vacío, $C = A - B$	gr	1,171.00	1,165.00	1,199.00	
D	Peso seco del suelo (en estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ )	gr	2,996.00	3,035.00	3,033.00	
E	Volumen de masa, $E = C - (A - D)$	cm <sup>3</sup>	1,123.00	1,137.00	1,160.00	
F	<b>PESO ESPECÍFICO BULK (base seca)</b> $F = D / C$	gr/cm <sup>3</sup>	2.56	2.61	2.53	2.56
G	<b>PESO ESPECÍFICO (base saturada)</b> $G = A / C$	gr/cm <sup>3</sup>	2.60	2.63	2.56	2.60
H	<b>PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca)</b> $H = D / E$	gr/cm <sup>3</sup>	2.67	2.67	2.61	2.65
I	<b>ABSORCIÓN</b> $I = [(A - D) / D] * 100$	%	1.60%	0.92%	1.29%	1.27%



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

## ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

<b>ENSAYO</b>	ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS		
<b>NORMA</b>	MTC E207 / ASTM C131 / NTP 400.019		
<b>CANTERA</b>	ANDABAMBA	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	28/08/2024
<b>UBICACIÓN</b>	HUANUCO	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	28/08/2024

### ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso muestra total	gr	5,005.00	5,003.00	5,007.00	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	3,246.30	3,145.70	3,450.30	
C	<b>DESGASTE A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES</b>  $C = [(A - B) / A] * 100$	%	35.14%	37.12%	31.09%	34.45%

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

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

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - MÉTODO ACI

### I) REQUERIMIENTOS

Resistencia Especificada ( $f'_{c28}$ )	210 kg/cm <sup>2</sup>	Desviación Estándar (S)	84 kg/cm <sup>2</sup>
Uso (Tipo de Estructura)	Vigas	Asentamiento (Uso)	1 a 4 Pulgadas
Consistencia	Plástica	Asentamiento (Consistencia)	3 a 4 Pulgadas
Condición de Exposición	Sin Aire Incorporado		
Condiciones Específicas de Exposición	Sin Condición Especial		
Concreto Expuesto a Soluciones de Sulfatos	No		

### II) MATERIALES

☐ CEMENTO	Andino Tipo I	Peso Especifico	3.15 g/cm <sup>3</sup>
☐ AGUA	Potable		
☐ AGREGADO FINO			
Peso Especifico	2.620 g/cm <sup>3</sup>		
Absorción	1.190%		
Contenido de Humedad	1.360%		
Módulo de Finura	2.72		
☐ AGREGADO GRUESO			
Tamaño Máximo Nominal	3/4"		
Peso Especifico	2.650 g/cm <sup>3</sup>		
Peso Seco Compactado	2041.250 kg/m <sup>3</sup>		
Absorción	1.270%		
Contenido de Humedad	0.660%		

### III) DESARROLLO

#### 1 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

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

#### 2 SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

$$TMN = 3/4"$$

#### 3 SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

#### 4 VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

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

#### 5 CONTENIDO DE AIRE

$$2.0 \%$$

#### 6 RELACIÓN AGUA / CEMENTO

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

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

$$\text{A/C de diseño es } 0.558$$

#### 7 FACTOR CEMENTO

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

$$8.644 \text{ bls/m}^3$$

#### 8 CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

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

$$\text{Peso Agr. Grueso Seco} = 1281.905 \text{ kg/m}^3$$

#### 9 CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS

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

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

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

$$\text{Agr. Grueso} = 0.484 \text{ m}^3$$

$$\Sigma \text{ Volúmenes Absolutos} = 0.826 \text{ m}^3$$

#### 10 CONTENIDO DE AGREGADO FINO

$$\text{Vol. Absoluto Agr. Fino} = 0.174 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso Agr. Fino Seco} = 455.880 \text{ kg/m}^3$$

#### 11 VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA

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

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

$$\text{Agregado Fino Seco} = 455.880 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso Seco} = 1281.905 \text{ kg/m}^3$$



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

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

**12 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

**AGREGADO FINO**

Contenido de Humedad 1.360%  
Peso Húmedo A.F. 462.080 kg/m<sup>3</sup>

**AGREGADO GRUESO**

Contenido de Humedad 0.660%  
Peso Húmedo A.G. 1290.366 kg/m<sup>3</sup>

**HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS**

H.S. Agregado Fino 0.170%  
H.S. Agregado Grueso -0.610%

**APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

A.H. Agregado Fino	0.775	L/m <sup>3</sup>
A.H. Agregado Grueso	-7.820	L/m <sup>3</sup>
	<b>-7.045</b>	<b>L/m<sup>3</sup></b>
<b>Agua Efectiva</b>	<b>212.045</b>	<b>L/m<sup>3</sup></b>

**PESOS DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

Cemento	367.384	kg/m <sup>3</sup>	=	367	kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	212.045	L/m <sup>3</sup>	=	212	L/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	462.08	kg/m <sup>3</sup>	=	462	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	1290.366	kg/m <sup>3</sup>	=	1290	kg/m <sup>3</sup>

**13 PROPORCIÓN EN PESO**

CEMENTO 1  
AGREGADO FINO 1.258  
AGREGADO GRUESO 3.512  
AGUA 24.531

**DOSIFICACIÓN** 1 : 1.258 : 3.512 : 24.531 Litros/Bolsa

Relación Agua/Cemento de Diseño 0.558  
Relación Agua/Cemento Efectiva 0.577 Corregida

**14 PESO POR TANDA DE UN SACO O BOLSA**

Peso de 1 bolsa de Cemento 42.50 kg

Cemento 42.500 kg/bolsa  
Agua Efectiva 24.531 L/bolsa  
Agregado Fino Húmedo 53.465 kg/bolsa  
Agregado Grueso Húmedo 149.260 kg/bolsa

**IV) APLICACIÓN**

**1 CANTIDAD DE MATERIAL PARA UN DETERMINADO VOLUMEN**

DIMENSIONES				N° VECES
LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	AREA / DIÁMETRO	
0.50	0.15	0.15		10
<b>TOTAL</b>				

VOLUMEN m <sup>3</sup>	Considerar Volumen...
0.00	CILINDRICO (diámetro)
0.11	CÚBICO
0.00	CÚBICO
0.00	CÚBICO
0.00	CÚBICO
<b>0.11 m<sup>3</sup></b>	

⇒ Cemento 41.29 kg Adicionamos 47.48 kg  
⇒ Agua 23.85 Lt 15% 27.43 Lt  
⇒ Agregado Fino 51.98 kg de Desperdicios 59.77 kg  
⇒ Agregado Grueso 145.13 kg de Desperdicios 166.89 kg

PORCENTAJE DE ADICIÓN PARA CADA MEZCLA DE CONCRETO	
%	VIDRIO MOLIDO (KG)
1%	1.67 kg
3%	5.01 kg
5%	8.34 kg



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



<b>ENSAYO:</b>	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
<b>NORMA:</b>	NTP- 339.079 - 2012
<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024"
<b>SOLICITA:</b>	BACH. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN
<b>FECHA:</b>	SETIEMBRE - 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(b) cm	(h) cm	
M-1	PATRON	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.11 kn	1,642.74 kg	45 cm	15 cm	15 cm	32.85 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	PATRON	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.40 kn	1,672.31 kg	45 cm	15 cm	15 cm	33.45 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	PATRON	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.33 kn	1,665.17 kg	45 cm	15 cm	15 cm	33.30 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	PATRON	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.25 kn	1,657.01 kg	45 cm	15 cm	15 cm	33.14 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	PATRON	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.09 kn	1,640.70 kg	45 cm	15 cm	15 cm	32.81 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	PATRON	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.38 kn	1,670.27 kg	45 cm	15 cm	15 cm	33.41 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	PATRON	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.35 kn	1,667.21 kg	45 cm	15 cm	15 cm	33.34 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	PATRON	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.17 kn	1,648.85 kg	45 cm	15 cm	15 cm	32.98 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	PATRON	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.20 kn	1,651.91 kg	45 cm	15 cm	15 cm	33.04 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	PATRON	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.28 kn	1,660.07 kg	45 cm	15 cm	15 cm	33.20 kg/cm <sup>2</sup>

**PROMEDIO** 33.15 kg/cm<sup>2</sup>

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

En donde:

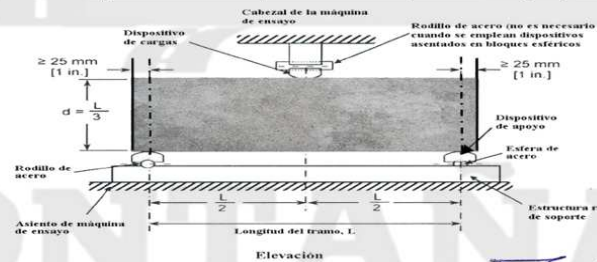
**Mr:** Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

**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 JHOEL  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

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



**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:	TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024"
SOLICITA:	BACH. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN
FECHA:	SETIEMBRE - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(b) cm	(h) cm	
M-1	3%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.62 kn	1,694.74 kg	45 cm	15 cm	15 cm	33.89 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	3%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.66 kn	1,698.82 kg	45 cm	15 cm	15 cm	33.98 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	3%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.71 kn	1,703.92 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.08 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	3%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.64 kn	1,696.78 kg	45 cm	15 cm	15 cm	33.94 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	3%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.69 kn	1,701.88 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.04 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	3%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.70 kn	1,702.90 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.06 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	3%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.65 kn	1,697.80 kg	45 cm	15 cm	15 cm	33.96 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	3%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.64 kn	1,696.78 kg	45 cm	15 cm	15 cm	33.94 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	3%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.67 kn	1,699.84 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.00 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	3%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.68 kn	1,700.86 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.02 kg/cm <sup>2</sup>

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

En donde:

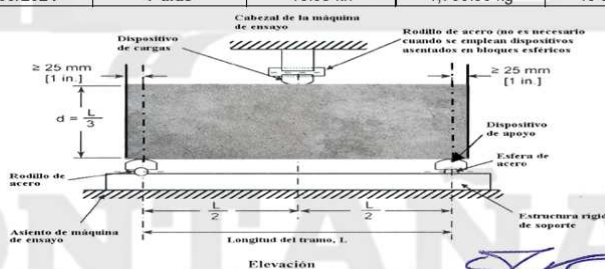
**Mr:** Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

**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



**PROMEDIO** 33.99 kg/cm<sup>2</sup>



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

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



**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:	TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024"
SOLICITA:	BACH. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN
FECHA:	SETIEMBRE - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(b) cm	(h) cm	
M-1	5%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.94 kn	1,727.37 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.55 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	5%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.98 kn	1,731.45 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.63 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	5%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.91 kn	1,724.31 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.49 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	5%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	17.01 kn	1,734.51 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.69 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	5%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.91 kn	1,724.31 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.49 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	5%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.99 kn	1,732.47 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.65 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	5%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.92 kn	1,725.33 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.51 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	5%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.93 kn	1,726.35 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.53 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	5%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	17.01 kn	1,734.51 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.69 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	5%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	16.95 kn	1,728.39 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.57 kg/cm <sup>2</sup>

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

En donde:

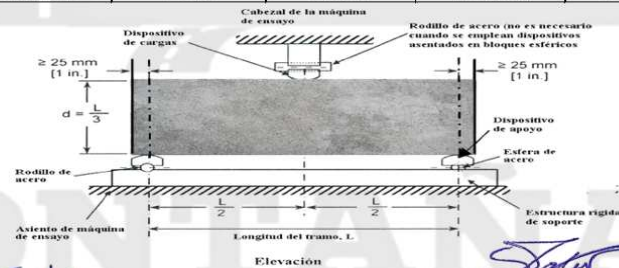
**Mr:** Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

**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



**PROMEDIO** 34.58 kg/cm<sup>2</sup>



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

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



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



<b>ENSAYO:</b>	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
<b>NORMA:</b>	NTP- 339.079 - 2012
<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS - HUÁNUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	BACH. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN
<b>FECHA:</b>	SETIEMBRE - 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(b) cm	(h) cm	
M-1	7%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	17.22 kn	1,755.92 kg	45 cm	15 cm	15 cm	35.12 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	7%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	17.15 kn	1,748.79 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.98 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	7%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	17.10 kn	1,743.69 kg	45 cm	15 cm	15 cm	34.87 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	7%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	17.18 kn	1,751.84 kg	45 cm	15 cm	15 cm	35.04 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	7%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	17.20 kn	1,753.88 kg	45 cm	15 cm	15 cm	35.08 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	7%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	17.16 kn	1,749.81 kg	45 cm	15 cm	15 cm	35.00 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	7%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	17.22 kn	1,755.92 kg	45 cm	15 cm	15 cm	35.12 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	7%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	17.18 kn	1,751.84 kg	45 cm	15 cm	15 cm	35.04 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	7%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	17.21 kn	1,754.90 kg	45 cm	15 cm	15 cm	35.10 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	7%	21/09/2024	28/09/2024	7 días	17.17 kn	1,750.82 kg	45 cm	15 cm	15 cm	35.02 kg/cm <sup>2</sup>

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

En donde:

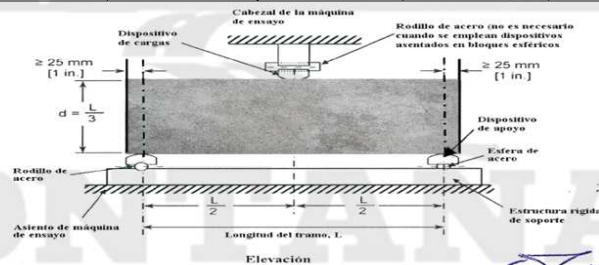
**Mr:** Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

**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



**PROMEDIO** 35.03 kg/cm<sup>2</sup>



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

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



**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:	TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024"
SOLICITA:	BACH. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN
FECHA:	SETIEMBRE - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(b) cm	(h) cm	
M-1	PATRON	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.48 kn	1,884.41 kg	45 cm	15 cm	15 cm	37.69 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	PATRON	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.51 kn	1,887.46 kg	45 cm	15 cm	15 cm	37.75 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	PATRON	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.55 kn	1,891.54 kg	45 cm	15 cm	15 cm	37.83 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	PATRON	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.50 kn	1,886.45 kg	45 cm	15 cm	15 cm	37.73 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	PATRON	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.57 kn	1,893.58 kg	45 cm	15 cm	15 cm	37.87 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	PATRON	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.61 kn	1,897.66 kg	45 cm	15 cm	15 cm	37.95 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	PATRON	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.59 kn	1,895.62 kg	45 cm	15 cm	15 cm	37.91 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	PATRON	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.53 kn	1,889.50 kg	45 cm	15 cm	15 cm	37.79 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	PATRON	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.52 kn	1,888.48 kg	45 cm	15 cm	15 cm	37.77 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	PATRON	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.49 kn	1,885.43 kg	45 cm	15 cm	15 cm	37.71 kg/cm <sup>2</sup>

**PROMEDIO 37.80 kg/cm<sup>2</sup>**

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

En donde:

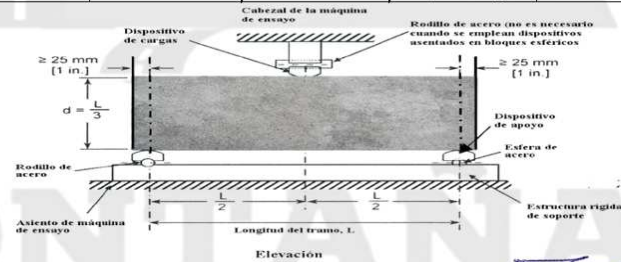
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

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 JHOEL  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

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



**MONTAÑA**

LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



<b>ENSAYO:</b>	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
<b>NORMA:</b>	NTP- 339.079 - 2012
<b>PROYECTO:</b>	TESIS:“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024”
<b>SOLICITA:</b>	BACH. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN
<b>FECHA:</b>	SETIEMBRE - 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(b) cm	(h) cm	
M-1	3%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.71 kn	1,907.86 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.16 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	3%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.69 kn	1,905.82 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.12 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	3%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.76 kn	1,912.96 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.26 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	3%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.78 kn	1,915.00 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.30 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	3%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.73 kn	1,909.90 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.20 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	3%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.77 kn	1,913.98 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.28 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	3%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.70 kn	1,906.84 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.14 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	3%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.75 kn	1,911.94 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.24 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	3%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.72 kn	1,908.88 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.18 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	3%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.76 kn	1,912.96 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.26 kg/cm <sup>2</sup>

**PROMEDIO** 38.21 kg/cm<sup>2</sup>

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

En donde:

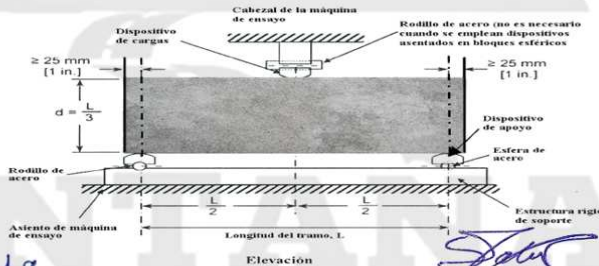
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

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  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

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



**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:	TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024"
SOLICITA:	BACH. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN
FECHA:	SETIEMBRE - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(b) cm	(h) cm	
M-1	5%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.99 kn	1,936.41 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.73 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	5%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.89 kn	1,926.21 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.52 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	5%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.93 kn	1,930.29 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.61 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	5%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.97 kn	1,934.37 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.69 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	5%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.92 kn	1,929.27 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.59 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	5%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.95 kn	1,932.33 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.65 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	5%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.98 kn	1,935.39 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.71 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	5%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.61 kn	1,897.66 kg	45 cm	15 cm	15 cm	37.95 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	5%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.92 kn	1,929.27 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.59 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	5%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	18.89 kn	1,926.21 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.52 kg/cm <sup>2</sup>

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

En donde:

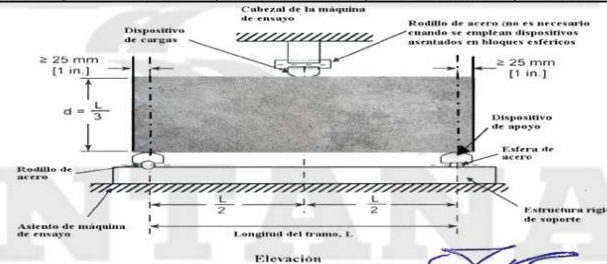
**Mr:** Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

**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



**PROMEDIO** 38.55 kg/cm<sup>2</sup>

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

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



**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:	TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024"
SOLICITA:	BACH. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN
FECHA:	SETIEMBRE - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECIMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(b) cm	(h) cm	
M-1	7%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	19.15 kn	1,952.73 kg	45 cm	15 cm	15 cm	39.05 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	7%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	19.12 kn	1,949.67 kg	45 cm	15 cm	15 cm	38.99 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	7%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	19.14 kn	1,951.71 kg	45 cm	15 cm	15 cm	39.03 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	7%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	19.20 kn	1,957.82 kg	45 cm	15 cm	15 cm	39.16 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	7%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	19.17 kn	1,954.76 kg	45 cm	15 cm	15 cm	39.10 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	7%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	19.13 kn	1,950.69 kg	45 cm	15 cm	15 cm	39.01 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	7%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	19.16 kn	1,953.75 kg	45 cm	15 cm	15 cm	39.07 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	7%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	19.18 kn	1,955.78 kg	45 cm	15 cm	15 cm	39.12 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	7%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	19.15 kn	1,952.73 kg	45 cm	15 cm	15 cm	39.05 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	7%	14/09/2024	28/09/2024	14 días	19.19 kn	1,956.80 kg	45 cm	15 cm	15 cm	39.14 kg/cm <sup>2</sup>

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

En donde:

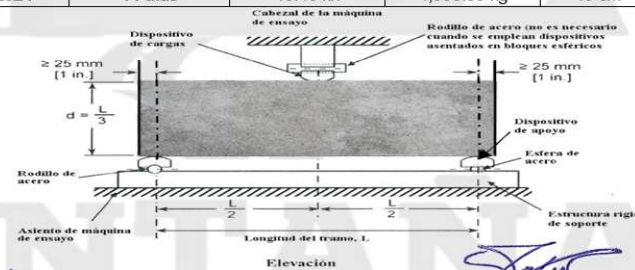
**Mr:** Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

**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



PROMEDIO 39.07 kg/cm<sup>2</sup>



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

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



**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:	TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024"
SOLICITA:	BACH. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN
FECHA:	SETIEMBRE - 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(b) cm	(h) cm	
M-1	PATRON	31/08/2024	28/09/2024	28 días	21.44 kn	2,186.24 kg	45 cm	15 cm	15 cm	43.72 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	PATRON	31/08/2024	28/09/2024	28 días	21.14 kn	2,155.65 kg	45 cm	15 cm	15 cm	43.11 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	PATRON	31/08/2024	28/09/2024	28 días	20.90 kn	2,131.17 kg	45 cm	15 cm	15 cm	42.62 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	PATRON	31/08/2024	28/09/2024	28 días	21.49 kn	2,191.34 kg	45 cm	15 cm	15 cm	43.83 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	PATRON	31/08/2024	28/09/2024	28 días	21.20 kn	2,161.76 kg	45 cm	15 cm	15 cm	43.24 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	PATRON	31/08/2024	28/09/2024	28 días	21.56 kn	2,198.47 kg	45 cm	15 cm	15 cm	43.97 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	PATRON	31/08/2024	28/09/2024	28 días	21.21 kn	2,162.78 kg	45 cm	15 cm	15 cm	43.26 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	PATRON	31/08/2024	28/09/2024	28 días	21.12 kn	2,153.61 kg	45 cm	15 cm	15 cm	43.07 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	PATRON	31/08/2024	28/09/2024	28 días	20.99 kn	2,140.35 kg	45 cm	15 cm	15 cm	42.81 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	PATRON	31/08/2024	28/09/2024	28 días	21.19 kn	2,160.74 kg	45 cm	15 cm	15 cm	43.21 kg/cm <sup>2</sup>

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

En donde:

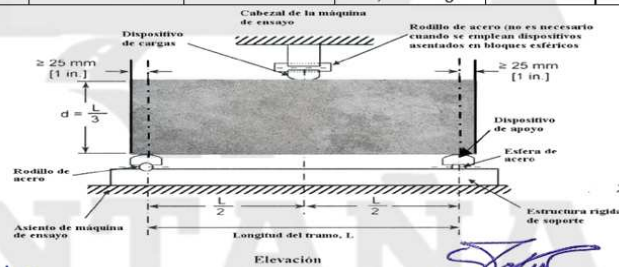
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

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



PROMEDIO 43.28 kg/cm<sup>2</sup>



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

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



<b>ENSAYO:</b>	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
<b>NORMA:</b>	NTP- 339.079 - 2012
<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS - HUÁNUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	BACH. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN
<b>FECHA:</b>	SETIEMBRE - 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(b) cm	(h) cm	
M-1	3%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	23.69 kn	2,415.67 kg	45 cm	15 cm	15 cm	48.31 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	3%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	23.36 kn	2,382.02 kg	45 cm	15 cm	15 cm	47.64 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	3%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	23.30 kn	2,375.90 kg	45 cm	15 cm	15 cm	47.52 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	3%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	23.36 kn	2,382.02 kg	45 cm	15 cm	15 cm	47.64 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	3%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	23.45 kn	2,391.20 kg	45 cm	15 cm	15 cm	47.82 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	3%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	23.43 kn	2,389.16 kg	45 cm	15 cm	15 cm	47.78 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	3%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	23.30 kn	2,375.90 kg	45 cm	15 cm	15 cm	47.52 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	3%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	23.42 kn	2,388.14 kg	45 cm	15 cm	15 cm	47.76 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	3%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	23.58 kn	2,404.45 kg	45 cm	15 cm	15 cm	48.09 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	3%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	23.49 kn	2,395.28 kg	45 cm	15 cm	15 cm	47.91 kg/cm <sup>2</sup>

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

En donde:

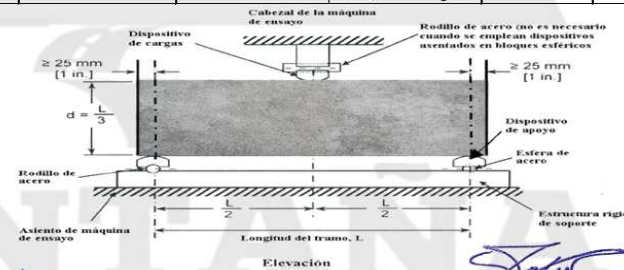
**Mr:** Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

**P:** Es la carga máxima de rotura en kg

**L:** Es la luz libre entre apoyos, en 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



**PROMEDIO** 47.80 kg/cm<sup>2</sup>



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

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



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:	TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS - HUÁNUCO - 2024"
SOLICITA:	BACH. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN
FECHA:	SETIEMBRE - 2024
EQUIPO:	PRESA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(b) cm	(h) cm	
M-1	5%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	25.69 kn	2,619.61 kg	45 cm	15 cm	15 cm	52.39 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	5%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	25.55 kn	2,605.33 kg	45 cm	15 cm	15 cm	52.11 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	5%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	25.71 kn	2,621.65 kg	45 cm	15 cm	15 cm	52.43 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	5%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	25.58 kn	2,608.39 kg	45 cm	15 cm	15 cm	52.17 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	5%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	25.64 kn	2,614.51 kg	45 cm	15 cm	15 cm	52.29 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	5%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	25.61 kn	2,611.45 kg	45 cm	15 cm	15 cm	52.23 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	5%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	25.60 kn	2,610.43 kg	45 cm	15 cm	15 cm	52.21 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	5%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	25.67 kn	2,617.57 kg	45 cm	15 cm	15 cm	52.35 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	5%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	25.65 kn	2,615.53 kg	45 cm	15 cm	15 cm	52.31 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	5%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	25.68 kn	2,618.59 kg	45 cm	15 cm	15 cm	52.37 kg/cm <sup>2</sup>

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

En donde:

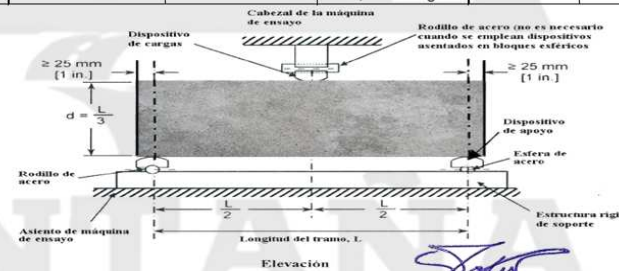
**Mr:** Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

**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



PROMEDIO 52.29 kg/cm<sup>2</sup>



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

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



**MONTAÑA**  
LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS



<b>ENSAYO:</b>	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO
<b>NORMA:</b>	NTP- 339.079 - 2012
<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS - HUÁNUCO - 2024"
<b>SOLICITA:</b>	BACH. PADILLA CANTURIN, INGRID ROSALIN
<b>FECHA:</b>	SETIEMBRE - 2024
<b>EQUIPO:</b>	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE VIDRIO MOLIDO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
							(L) cm	(b) cm	(h) cm	
M-1	7%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	27.15 kn	2,768.49 kg	45 cm	15 cm	15 cm	55.37 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	7%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	27.12 kn	2,765.43 kg	45 cm	15 cm	15 cm	55.31 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	7%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	27.22 kn	2,775.73 kg	45 cm	15 cm	15 cm	55.51 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	7%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	27.28 kn	2,781.74 kg	45 cm	15 cm	15 cm	55.63 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	7%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	27.18 kn	2,771.54 kg	45 cm	15 cm	15 cm	55.43 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	7%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	27.20 kn	2,773.58 kg	45 cm	15 cm	15 cm	55.47 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	7%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	27.26 kn	2,779.70 kg	45 cm	15 cm	15 cm	55.59 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	7%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	27.25 kn	2,778.68 kg	45 cm	15 cm	15 cm	55.57 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	7%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	27.14 kn	2,767.47 kg	45 cm	15 cm	15 cm	55.35 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	7%	31/08/2024	28/09/2024	28 días	27.24 kn	2,777.66 kg	45 cm	15 cm	15 cm	55.55 kg/cm <sup>2</sup>

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

En donde:

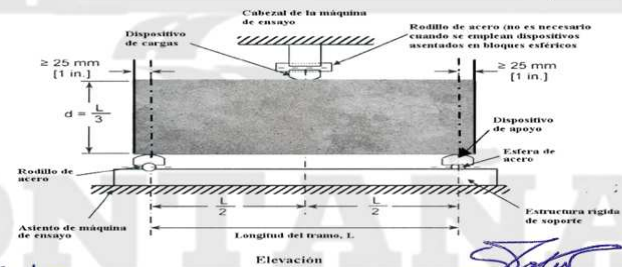
Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

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



**PROMEDIO 55.48 kg/cm<sup>2</sup>**



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

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

## ANEXO 5

### PANEL FOTOGRÁFICO

**Figura 17**

*Adición del desmoldante a los moldes prismas rectangulares para vigas de 45 x 15 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 fino.*



*Nota: Se recolecto el agregado 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 Grueso.*



*Nota:* Se recolecto el agregado 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  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ .*



*Nota:* Se pesará el agregado fino según el diseño de 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  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$*



*Nota:* Se pesará el agregado grueso 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 concreto 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  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .*



*Nota: Se pesará el 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**

*Pesaje de las adiciones de 3% y 5% de vidrio molido*



*Nota: Se pesarán las muestras 3% y 5% de vidrio molido para añadir al concreto con una resistencia de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .*

**Figura 25**  
*Pesaje de las adiciones de 7%.*



*Nota:* Se pesaran las muestras de vidrio molido para añadir al concreto con una resistencia de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , en la imagen tambien se observa los 3 porcentajes distintos de vidrio molido.

**Figura 26**  
*Adición del agregado fino al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$*



*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, agregado fino tamaño máximo nominal N° 4 según la NTP 400.012.

**Figura 27**

*Adición del agregado fino al trompo para la elaboración de la mezcla de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$*



*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, agregado grueso tamaño máximo nominal 3/4" según la NTP 400.012.*

**Figura 28**

*Adición de agua 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 3,5 y 7 % de vidrio molido*



*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 elaboración del concreto el agua tiene que ser libre de impurezas (agua potable) según la NTP 339.088.*

**Figura 29**

*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 3,5 y 7 % de vidrio molido*



*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 elaboración del concreto se usa el cemento tipo I especificado en la NTP 334.009.

**Figura 30**

*Adición del 3% de vidrio molido al trompo para la elaboración 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 3% de vidrio molido para la elaboración de vigas de concreto para ser ensayadas en la resistencia a la flexión según la NTP 339.079.

**Figura 31**

*Adición del 5% de vidrio molido al trompo para la elaboración 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 5% de vidrio molido para la elaboración de vigas de concreto para ser ensayadas en la resistencia a la flexión según la NTP 339.079.

**Figura 32**

*Adición del 7% de vidrio molido al trompo para la elaboración 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 7% de vidrio molido para la elaboración de vigas de concreto para ser ensayadas en la resistencia a la flexión según la NTP 339.079.

**Figura 33**

Ensayo del SLUMP para determinar 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 una varilla redondeada de 16mm de diámetro y aproximado de 600 mm de longitud según lo indica la NTP. 339.035.

#### Figura 34

Ensayo del SLUMP para determinar 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 2" (seca) según lo indica la NTP. 339.035.

#### Figura 35

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 adición de 3,5 y 7% de vidrio molido



*Nota:* Proceso de elaboración 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 16mm de diámetro y aproximado de 600 mm de longitud se nivelará el concreto al ras con una plancha de pulir según lo indica la NTP. 339.079

**Figura 36**

*proceso de fraguado de las vigas de concreto con una resistencia de  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  con adición del 3%, 5% y 7% de vidrio molido*



*Nota:* Se nivelará el concreto al ras con una plancha de pulir y se dejará fraguar en un periodo de 24 horas según lo indica la NTP. 339. 034.

**Figura 37**

Proceso de curado de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con medidas de  $45 \times 15 \times 15 \text{ cm}$  patrón y con adición de 3%, 5% y 7% de vidrio molido



*Nota:* Las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con medidas de  $45 \times 15 \times 15 \text{ cm}$  patrón y con adición de 3%, 5% y 7% de vidrio molido después del fraguado se pondrá a curar las vigas hasta los días de ensayo de resistencia a la flexión.

**Figura 38**

Muestra poblacional de las vigas de concreto.



*Nota:* En la foto se muestra la foto poblacional de las vigas de concreto patrón y con adición del 3%, 5% y 7% de vidrio molido.

**Figura 39**

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).



Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.

**Figura 40**

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a los 7 días de curado (Patrón)



Nota: Se registra la carga máxima que dio la prensa digital Sty 2000 de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a los 7 días de curado (Patrón).

**Figura 41**

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).



Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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

**Figura 42**

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a los 14 días de curado (Patrón).



Nota: Se registra la carga máxima que dio la prensa digital Stye 2000 de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a los 14 días de curado (Patrón).

**Figura 43**

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)



Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.

**Figura 44**

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a los 28 días de curado (Patrón).



Nota: Se registra la carga máxima que dio la prensa digital Sty 2000 de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a los 28 días de curado (Patrón)

**Figura 45**

Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 3% de vidrio molido a los 7 días de curado



Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.

**Figura 46**

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 3% de vidrio molido a los 7 días de curado



Nota: Se registra la carga máxima que dio la prensa digital Styer 2000 de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 3% de vidrio molido a los 7 días de curado.

**Figura 47**

Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 3% de vidrio molido a los 14 días de curado



*Nota:* Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.

**Figura 48**

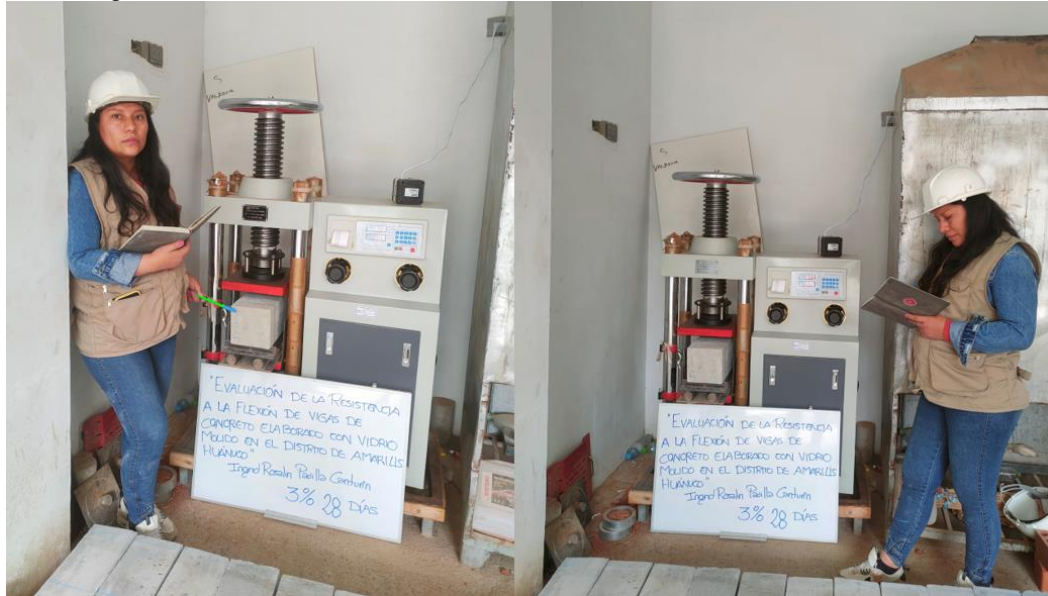
Rotura de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 3% de viruta metálica a los 14 días de curado



*Nota:* Se registra la carga máxima que dio la prensa digital Sty 2000 de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 3% de vidrio molido a los 14 días de curado.

**Figura 49**

*Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 3% de viruta metálica a los 28 días de curado*



*Nota:* Se registra la carga máxima que dio la prensa digital Stye 2000 de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 3% de vidrio molido a los 28 días de curado.

**Figura 50**

*Rotura de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 3% de vidrio molido a los 28 días de curado*



*Nota:* Se registra la carga máxima que dio la prensa digital Stye 2000 de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 5% de viruta metálica a los 28 días de curado.

**Figura 51**

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 viruta metálica a los 7 días de curado.



*Nota:* Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.

**Figura 52**

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 5% de vidrio molido a los 7 días de curado



*Nota:* Se registra la carga máxima que dio la prensa digital Sty 2000 de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 5% de vidrio molido a los 7 días de curado.

**Figura 53**

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 viruta metálica a los 14 días de curado



Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.

**Figura 54**

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 7% de vidrio molido a los 14 días de curado



Nota: Se registra la carga máxima que dio la prensa digital Stye 2000 de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 5% de vidrio molido a los 14 días de curado.

**Figura 55**

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 viruta metálica a los 28 días de curado.



Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.

**Figura 56**

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 7% de viruta metálica a los 28 días de curado.



Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.

**Figura 57**

Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 7% de vidrio molido a los 7 días de curado



Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.

**Figura 58**

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 7% de vidrio molido a los 7 días de curado.



Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.

**Figura 59**

Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 7% de vidrio molido a los 14 días de curado.



Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.

**Figura 60**

Rotura de las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 7% de vidrio molido a los 14 días de curado



Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.

**Figura 61**

*Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 7% de vidrio molido a los 28 días de curado*



*Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.*

**Figura 62**

*Ensayo de resistencia a la flexión de Las vigas de concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición del 7% de vidrio molido a los 28 días de curado*



*Nota: Se aplicará una carga constante de una velocidad de 0,9 MPa/min y 1,2 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.*

## ANEXO 6

### DOCUMENTOS DE LA UNIVERSIDAD

## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### Facultad de Ingeniería

#### RESOLUCIÓN N° 1169-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 21 de mayo de 2024

Visto, el Oficio N° 827-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024”, presentado por el (la) Bach. **Ingrid Rosalin PADILLA CANTURIN**.

#### **CONSIDERANDO:**

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

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

Que, mediante Resolución N° 1343-2023-D-FI-UDH, de fecha 16 de junio de 2023, perteneciente al Bach. **Ingrid Rosalin PADILLA CANTURIN** se le designó como ASESOR(A) al Mg. Bladimir Jhon Abal García, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 827-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024”, presentado por el (la) Bach. **Ingrid Rosalin PADILLA CANTURIN**, integrado por los siguientes docentes: Dr. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Reynaldo Favio Suarez Landauro (Secretario) y Mg. Miguel Angel Cruz Venancio (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

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

#### **SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ELABORADO CON VIDRIO MOLIDO EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO – 2024”, presentado por el (la) Bach. **Ingrid Rosalin PADILLA CANTURIN** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

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

#### **REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE**



Distribución:

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