



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO
Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL
DISTRITO DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ROY LUIS CONDORI COLCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO
Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL
DISTRITO DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ROY LUIS CONDORI COLCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1674-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de diciembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - C - 8796 presentado por el (la) Bachiller: **ROY LUIS CONDORI COLCA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **ROY LUIS CONDORI COLCA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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

ARTÍCULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **ROY LUIS CONDORI COLCA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : miércoles 17 de diciembre del 2025
- * **HORA** : 09:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

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



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

Dr. César O. Camargo Najjar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 904-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 1142 por el señor (a): **ROY LUIS CONDORI COLCA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 658- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 080 - 2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ROY LUIS CONDORI COLCA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 080 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **ROY LUIS CONDORI COLCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR YANAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP 32730



Dr. Fritz Wally Maza Al Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

**UNIVERSIDAD ANDINA**
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**RESOLUCIÓN DECANAL N° 434-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 1536, presentado por el señor (a) **ROY LUIS CONDORI COLCA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 170 -2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 028-2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ROY LUIS CONDORI COLCA** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Cesar Guillermo Camargo Najar de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 028-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **ROY LUIS CONDORI COLCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Dr. Oscar V. Viamonte Calla
DECANO (e)
CIP. 32730cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



ROY LUIS CONDORI COLCA

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ...

 Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:596798380

Fecha de entrega

2 jun 2026, 9:28 GMT-5

Fecha de descarga

2 jun 2026, 14:23 GMT-5

Nombre del archivo

T036_73359760_T.docx

Tamaño del archivo

18.6 MB

132 páginas

18.951 palabras

97.845 caracteres



TESIS UANCV

20% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 19%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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



Metadatos Complementarios

Título de la Tesis	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ROY LUIS CONDORI COLCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73359760
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-3920-1977
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Latitud: -15.500566 Longitud: -70.134663 URL Maps:  https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1QQ7e-99RG2Tl6STNnJxg76neRROoFjk&usp=sharing
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 – Diciembre 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00
https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html I- Librería	



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



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ROY LUIS CONDORI COLCA, identificado con DNI

Nro. 73359760, en mi condición de egresado de:

☒ **Escuela Profesional**

☐ **Programa de Segunda Especialidad,**

☐ **Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la ☒ **Tesis** o ☐ **Trabajo de Investigación**, ☐ **Trabajo Académico**
denominada:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO
RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

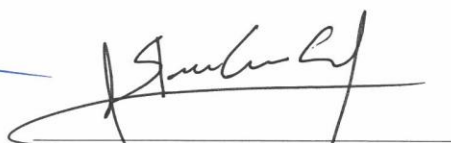
Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

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

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

Juliaca 16 de ABRIL del 2026


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



AGRADECIMIENTO

A mis padres y mi familia por su apoyo
a cada etapa de mi vida.



DEDICATORIA

A Dios por permitirme tener vida y
sabiduría para alcanzar las metas en mi
vida.



ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1 ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA SITUACIÓN.....	14
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1 Problema general	15
1.2.2 Problemas específicos	15
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	15
1.3.1 Justificación teórica	15
1.3.2 Justificación social.....	16
1.3.3 Justificación técnica.....	16
1.3.4 Justificación ambiental	16
1.3.5 Justificación económica.....	16
1.4 OBJETIVOS.....	17
1.4.1 Objetivo general	17
1.4.2 Objetivos específicos.....	17
1.5 HIPÓTESIS	17
1.5.1 Hipótesis general	17



1.5.2 Hipótesis específicas	17
1.6 VARIABLES.....	18
1.6.1 Independientes Variables.....	18
1.6.2 Dependiente Variable	18
1.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	18
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	19
2.1.1 Antecedentes internacionales	19
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	21
2.1.3 Antecedentes regionales	24
2.2 BASE TEÓRICA.....	24
2.2.1 El concreto.....	24
2.2.2 Componentes del concreto	25
2.2.3 Vidrio.....	26
2.2.4 Tipos de vidrio.....	27
2.2.4.1 Vidrios sódicos	27
2.2.4.2 Potásicos Vidrios	28
2.2.4.3 Vidrios plúmbicos	28
2.2.5 Reciclado del vidrio.....	28
2.2.6 Vidrio molido	29
2.2.7 Residuos de acero	29
2.2.8 Acero en fibras	30
2.2.9 Reforzado Concreto con acero en fibras.....	31
2.2.10 Resistencia del concreto	32
2.2.10.1 F'_{cr}	32
2.2.10.2 Prueba de resistencia a tracción o diametral compresión	33



2.2.10.3	Prueba de módulo elástico	34
2.2.11	Físicos rasgos de los agregados	35
2.2.12	Naturales Agregados	36
2.2.12.1	Agregados finos	37
2.2.12.2	Agg grueso	38
2.3	DEFINICIONES CONCEPTUALES	¡Error! Marcador no definido.
	CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
3.2	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	42
3.3	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	43
3.4	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	43
3.5	POBLACIÓN Y MUETRA	43
3.5.1	Población	43
3.5.2	Muestra	43
3.5.3	Muestreo	44
3.6	INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE VALORES	45
3.6.1	Técnica de obtención de valores	45
3.7	Desarrollo del procedimiento	45
3.7.1	Traslado y extracción de insumo de cantera	46
3.7.2	Técnicas de procesamiento de valores	46
3.7.3	Desarrollo de pruebas	47
3.7.4	Ensayos realizados en el laboratorio	47
3.8	FÍSICA CARACTERIZACIÓN DE LOS AGG	48
3.8.1	Granulométrico Análisis finos y gruesos	48
3.8.2	Absorción y específico peso del agg fino	49
3.8.3	Vacíos y unitario peso en agregados	50



3.8.4 Resistente caracterización de los materiales agregados	51
3.8.5 Prueba de durabilidad	52
3.9 DOSIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS DE MODELO EMPLEADOS EN EL DESARROLLO DEL NORMAL CONCRETO	53
3.9.1 Preparación de la combinación.....	54
3.9.2 Consistencias de la prueba del Slump	55
3.10 PASOS DE MEZCLADO DE LOS INSUMOS	57
3.10.1 Paso de curado de las viguetas y briquetas.....	57
3.10.2 F'_{cr}	57
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	59
4.1 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL AGREGADO.....	59
4.1.1 Granulométrico Análisis.....	59
4.2 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA AL DETERIORO DE AGREGADOS.....	61
4.3 RESULTADOS DE LAS PRUEBA DE DURABILIDAD	61
4.4 CONCRETO DE $f'_c=210$ kg/cm ² CON PROPORCIONES DE VM y RA.....	63
4.5 RM DEL HORMIGÓN $f'_c=210$ kg/cm ²	69
4.6 MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO $f'_c=210$ kg/cm ²	70
4.7 CONSISTENCIAS DE LOS ESPECÍMENES- PRUEBA DE SLUM.....	72
4.8 CONTRASTACION DE HIPÓTESIS	73
4.8.1 Ensayo de normalidad – f'_c	73
4.9 EVALUACIÓN DE VARIANZA ANOVA DE UN COEF – F'_C	74
4.9.1 R_m –Ensayo de normalidad.....	77
4.9.2 Evaluación de varianza ANOVA de un coef – R_m	77
4.9.3 Desarrollo de la prueba de normalidad – Resistencia a la flexión.....	81
4.10 EVALUACIÓN DE VARIANZA ANOVA DE UN COEF – ELÁSTICO MÓDULO	81



4.11 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	85
4.11.1 Discusión 1	85
4.11.2 Discusión 2	85
4.11.3 Discusión 3	85
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS	117



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 DESARROLLO DE LA OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	18
Tabla 2 Componentes químicos del vidrio sódico.....	27
Tabla 3 Espécimen de modelo de dosificaciones.	44
Tabla 4 Análisis granulométrico del material de agregado grueso	59
Tabla 5 Análisis granulométrico del agregado fino	60
Tabla 6 Análisis de las características físicas del agregado	61
Tabla 7 Prueba de los Ángeles resistencia al desgaste de los agregados.	61
Tabla 8 Resultados de la prueba de durabilidad	61
Tabla 9 Dosis del modelo de mezcla del concreto 210kg/cm ² para 1 m ³	62
Tabla 10 Dosis para 1 bolsa de cemento.	62
Tabla 11 F'c a un periodo de 1 semana de curado	63
Tabla 12 F'c a un periodo de 2 semanas de curado.....	65
Tabla 13 F'c a un periodo de 4 semanas de curado.....	66
Tabla 14 Variación de la F'c en periodos de curado a la 1ra., 2da. Y 4ta. Semana	68
Tabla 15 Resistencia a la tracción del concreto curado a un periodo de 4 semanas	69
Tabla 16 Modulo elástico del concreto curado a un periodo de 4 semanas	71
Tabla 17 Consistencia del concreto normal Vs concretos con adiciones.....	72
Tabla 18 Ensayo de normalidad para los valores de F'c	73
Tabla 19 Ensayo de similitud de varianzas para la F'c	74
Tabla 20 Ensayo de Anova de un coeficiente para los valores de F'c	74
Tabla 21 Ensayo Post Hoc para los valores de F'c	74
Tabla 22 Ensayo de normalidad para los valores de Rm.....	77
Tabla 23 Ensayo de similitud de varianzas para la Rm.....	77
Tabla 24 Ensayo de Anova de un coeficiente para los valores de Rm.....	78



Tabla 25 Ensayo Post Hoc para los datos de resistencia a la tracción.....	78
Tabla 26 Valores de la prueba de normalidad para los datos de resistencia a la flexión	81
Tabla 27 Ensayo de similitud de varianzas para el módulo elástico	81
Tabla 28 Ensayo de Anova de un coeficiente para los valores del módulo elástico	82
Tabla 29 Valores Post Hoc para los datos de resistencia a la flexión	82



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Número de componentes para producir un concreto.	26
Figura 2 Trituración manual del vidrio reciclado	29
Figura 3 Residuos de acero.....	30
Figura 4 Clases de probetas de formas de fractura en la F'_c del concreto	32
Figura 5 Esquema del equipo para prueba diametral	33
Figura 6 Representación esquemática del equipo para medir una carga.	34
Figura 7 Ensayos realizados en el laboratorio	47
Figura 8 Ensayo del análisis granulométrico de la muestra	49
Figura 9 Peso del material retenido en los tamices	52
Figura 10 Tamizado del insumo del tamiz #4	53
Figura 11 Obtención de vidrio molido reciclado.....	54
Figura 12 Prueba de revenimiento - Slump	56
Figura 13 Colocación de la mezcla al molde.....	57
Figura 14 Especímenes de concreto	58
Figura 15 Rotura de los especímenes de concreto.....	58
Figura 16 Curva granulométrica del agregado grueso.....	60
Figura 17 Curva granulométrica del agregado fino.....	60
Figura 18 Concreto patrón Vs resistencia del concreto alcanzada a 1 semana de curado.....	64
Figura 19 Concreto patrón Vs resistencia del concreto alcanzada a 2 semanas de curado ...	65
Figura 20 Concreto patrón Vs resistencia alcanzada del concreto a las 4 semanas de curado	67
Figura 21 Resultados de la F'_c a las 1, 2 y 4 semana de curado.	68
Figura 22 Desviación de los resultados de la r_m curados luego de 4 semanas	70
Figura 23 Módulo elástico para diferentes concentraciones curados durante 4 semanas	71



RESUMEN

En el desarrollo de este trabajo de investigación se realiza el análisis del efecto del uso de los desechos de acero (SR) y el vidrio molido reciclado (RG) en la resistencia mecánica de un concreto convencional, lo que indica una modificación significativa. Donde se utilizó un enfoque cuantitativo, de nivel explicativo y cuasiexperimental. Considerando las siguientes proporciones; 0,8% VM + 0% RA, 6% VM + 0,4% RA, 0,6% RA + 6% VM, 6% VM + 0% VM y 0% RA + 8% VM. Se probaron para la elaboración tradicional de concreto. 4% RA, 8% VM, relación 0.6% RA, 0.8% RA + 8% VM, 0.10% VM + 10% VM, 4% RA (sin modificación). 4% RA, 0% RA + 10% VM. Todas estas proporciones sometido a compresión, tensión y flexión, la resistencia del concreto aumenta con el porcentaje que se le va agregando, por lo tanto, el porcentaje de RA fue del 8%, que mejores resultados mostro. Donde las pruebas de laboratorio demostraron que una mezcla de 8 % de VM + 0,6 % de RA incrementa el $F'c$ en un 6,35 %, la R_m en un 9,18 % y el módulo de elasticidad en un 8,13 %, en comparación con el concreto estándar curado en 4 semanas. Las pruebas demuestran que añadir RA al cemento y sustituir el VMR en el concreto aumenta su resistencia. Por lo tanto, es ideal para la producción de concreto, incluyendo la dosificación de agregado fino, el desarrollo de recursos y la baja en la contaminación por residuos de insumos de ejecución de proyectos. La aplicación de estos residuos tiene un efecto positivo en las propiedades mecánicas del concreto ya que estos residuos en proporciones calculadas generan un aumento en la resistencia mecánica en comparación a un diseño convencional de concreto. Donde se compara la evolución en relación al tiempo de fraguado hasta alcanzar su máxima resistencia que experimenta a los 28 días.

Palabras claves: Tracción, compresión, flexión, vidrio, residuos de acero.

ABSTRACT

This research project analyzes the effect of using steel slag (SR) and recycled ground glass (RG) on the mechanical strength of conventional concrete, indicating a significant change. A quantitative, explanatory, and quasi-experimental approach was used. The following proportions were considered: 0.8% GM + 0% RA, 6% GM + 0.4% RA, 0.6% RA + 6% GM, 6% GM + 0% GM, and 0% RA + 8% GM. They were tested for traditional concrete production. 4% RA, 8% VM, ratio 0.6% RA, 0.8% RA + 8% VM, 0.10% VM + 10% VM, 4% RA (no modification). 4% RA, 0% RA + 10% VM. All these proportions were subjected to compression, tension, and bending. The strength of the concrete increases with the percentage added, therefore, the percentage of RA was 8%, which showed the best results. Laboratory tests showed that a mixture of 8% VM + 0.6% RA increases F'_c by 6.35%, R_m by 9.18%, and the modulus of elasticity by 8.13%, compared to standard concrete cured for 4 weeks. Tests show that adding RA to cement and replacing VMR in concrete increases its strength. Therefore, it is ideal for concrete production, including fine aggregate dosing, resource development, and reducing pollution from project implementation waste. The application of these residues has a positive effect on the mechanical properties of concrete, as these residues in calculated proportions generate an increase in mechanical strength compared to a conventional concrete design. Where the evolution is compared in relation to the setting time until reaching its maximum strength, which occurs at 28 days.

Keywords: Traction, compression, bending, glass, steel waste.



INTRODUCCIÓN

Esta investigación evalúa cómo la aplicación del vidrio molido reciclado y los desechos de acero afectan las propiedades mecánicas del concreto elaborados en el distrito de Juliaca y qué factores influyen en ellas.

El vidrio molido ahora está diseñado para reemplazar el cemento con una densidad inferior al 10 %. Para reforzar el concreto, se incluirán residuos de acero (con una densidad inferior al 0,8 %). Se mezclarán algunas virutas de chatarra de acero con vidrio molido reciclado para elaborar muestras que servirán para realizar las pruebas. Se realizarán las mediciones de la $F'c$, la tracción y la flexión en el laboratorio. También se sugiere un análisis coste-beneficio para realizar investigaciones posteriores a este trabajo de investigación, estos con materiales reciclados de residuos de acero reciclado y el vidrio molido en el concreto por metro cúbico. El trabajo de investigación consta de cuatro capítulos.

El capítulo I aborda los temas, análisis de la situación problemática, las interrogantes, los objetivos, la justificación y las variables relevantes.

El II cap. se compone de un marco teórico que incluye el contexto de la investigación, los antecedentes, los fundamentos teóricos y las ideas de dominio pertinentes.

El III cap. detalla la metodología de la investigación, que incluye la naturaleza y el alcance del estudio, los pasos, el modelo, la muestra y la población, las herramientas de recopilación de datos y el análisis de los mismos.

Con base a la obtención de los resultados y la discusión de los mismos, el capítulo IV presenta la evidencia y la hipótesis. Finalmente, las conclusiones y recomendaciones finales, donde fue fundamental la validación de los resultados del trabajo de investigación.

Materiales adicionales: Esta sección incluye una matriz de consistencia, un panel fotográfico, un modelo de combinación, pruebas de las propiedades físico-mecánicas de los agregados naturales finos y gruesos, pruebas de laboratorio de $f'c$ y R_m además del módulo elástico.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

A medida que se han desarrollado proyectos de infraestructura y construcción, ha aumentado el interés en diseños de mezclas de concreto más eficientes, rentables y óptimos. Los desafíos de la construcción, los avances en materiales y sus efectos se han incrementado con la demanda de proyectos. Se estima que los residuos sólidos de construcción ascienden a 1.183 millones de toneladas al año (Abhiram y Saravanakumar, 2015).

Chile está investigando para bajar el efecto de la contaminación ambiental en la producción del concreto. Las combinaciones naturales convencionales a veces incluyen materiales reciclados, como materiales de desechos. Se utilizan vidrio, fibras y otros componentes reciclados (Ochoa, 2018). El Observatorio Nacional de Gestión de Residuos Municipales registró 14.500 toneladas de residuos en el 2011. El vidrio de diversas fuentes representó el 5%. A pesar del crecimiento anual constante, solo el 1,5% de la basura de vidrio en Córdoba se recicla, y el resto se destina a vertederos (Ochoa, 2018). Numerosos estudios han evaluado el uso de vidrio molido en la composición del diseño de mezclas del concreto. Se evalúan los diseños en cuanto a sus propiedades



mecánicas y el efecto del insumo en las combinaciones para el concreto. El vidrio molido reduce el consumo de recursos y protege el medio ambiente (Catalán, 2013). Se están utilizando más residuos y subproductos del concreto para reducir el impacto ambiental.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 *Problema general*

¿Cuál será el efecto de la adición de residuos de acero y vidrio molido reciclado en las propiedades mecánicas de un concreto, producido en el distrito de Juliaca?

1.2.2 *Problemas específicos*

1. ¿Cuáles son los efectos del uso de residuos de acero en la resistencia a la compresión, en el cual se determinaría la flexión y tracción del concreto?
2. ¿Cuál es el efecto del uso del vidrio molido en la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto?
3. ¿Cuál será el porcentaje óptimo de residuos de acero y vidrio molido, con el cual mejoraría las propiedades mecánicas del concreto?

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 *Justificación teórica*

Este trabajo de investigación analizara cómo la chatarra de acero reciclada y el vidrio molido producen un efecto en el concreto elaborado en el distrito de Juliaca con una $f'c = 210\text{kg/cm}^2$. Donde estos residuos producen algunas modificaciones en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.



1.3.2 Justificación social

Este estudio busca volver a usar los desechos de vidrio, virutas de acero y otros residuos de acero generados por la población. El proyecto busca abordar las preocupaciones públicas, como el exceso de vidrio en los vertederos, cuya descomposición tarda mucho tiempo y además de ello la reducción el daño ambiental.

1.3.3 Justificación técnica

La construcción con nuevos materiales y métodos ha aumentado en los últimos años. Debido al alto costo del cemento, el uso de este material es costoso. Por lo tanto, esta investigación utilizará vidrio triturado y fibras de acero provenientes de desechos de demolición, que son gratuitos. Su objetivo es abaratar la producción de concreto en el distrito de Juliaca.

1.3.4 Justificación ambiental

El reciclaje es vital para el medio ambiente. El concreto se analizará a una $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como una alternativa parcial a los desechos de vidrio y acero durante la preparación del concreto. En lugar del concreto convencional, donde el concreto elaborado con materiales reciclados puede reducir el impacto ambiental.

1.3.5 Justificación económica

Recientemente, la construcción ha aumentado con el empleo de materiales y métodos novedosos. Además de los costos de producción de cemento y áridos, los materiales innovadores son costosos. Este proyecto de estudio utilizará vidrio molido libre y residuos de acero, incluyendo fibras de demolición. Se incrementarán los ahorros tangibles.



1.4 OBJETIVOS

1.4.1 *Objetivo general*

Evaluar el efecto del uso de residuos de acero y vidrio molido reciclado en las propiedades mecánicas de un concreto, para su producción en el distrito de Juliaca.

1.4.2 *Objetivos específicos*

1. Determinar el efecto del uso de residuos de acero en la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto.
2. Analizar el efecto del uso del vidrio reciclado molido en la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto.
3. Determinar la cantidad óptimo de residuos de acero y vidrio molido reciclado que permita mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 *Hipótesis general*

El efecto del uso de residuos de acero y vidrio molido reciclado mejora las propiedades mecánicas del concreto, para su producción en el distrito de Juliaca.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

1. El efecto del uso de residuos de acero aumentara en un 3% más la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto.
2. El efecto del uso del vidrio molido reciclado mejorara la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto en un 2% más.

3. La cantidad óptima de residuos de acero y vidrio molido reciclado será de 0.4 a 0.6% y de 4 a 6% respectivamente que permitirá mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variable Independiente

V1: Adición de residuos de acero y vidrio molido reciclado.

Dimensiones: Porcentaje de adición, tipo de residuos.

1.6.2 Dependiente Variable

V2: Propiedades mecánicas del concreto.

Dimensiones: Resistencia a la compresión, resistencia a la tracción.

1.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Desarrollo de la operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Independiente	D1: Porcentaje de adición, tipo de residuos.	0.8%RA+10%VM	Porcentaje (%)
Adición de residuos de acero y vidrio molido reciclado.		0.6%RA+10%VM	Porcentaje (%)
		0.4%RA+10%VM	
		0.8%RA+8%VM	Porcentaje (%)
		0.6%RA+8%VM	
		0.4%RA+8%VM	Porcentaje (%)
		0.8%RA+6%VM	
		0.6%RA+6%VM	Porcentaje (%)
		0.4%RA+6%VM	
		0% VM + RA	
Dependiente	D2: Resistencia a la compresión, resistencia a la tracción.	F'c	Kg/cm2
Propiedades mecánicas del concreto.		Tracción	Kg/cm2
		Flexión	Kg/cm2

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

En el año 2021, **Ibrahim** "Polvo de vidrio residual reciclado como sustituto parcial del cemento en hormigón con humo de sílice y cenizas volantes" Aquí se analiza la viabilidad y los impactos de la aplicación del polvo residual de vidrio (WGP) como parcial sustituto del hormigón en peso en 3 clase de hormigón. El diseño experimental fue cuantitativo y empleó vidrio molido como sustituto parcial en el hormigón en forma porcentual debido a sus características. Después de 28 días, las F'_c fueron de 26,28, 36,06, 32,37, 31,20 y 33,54 MPa. La R_m fue de 26,28 MPa. A los 28 días, la F'_c fue del 0 %, 5 %, 10 %, 15 % y 20 %. Si se obtienen 3,65, 4,13, 3,37, 3,27 y 3,03 MPa, la F'_c y a la tracción del grupo 1 (hormigón estándar) se puede mantener sustituyendo el 5 % de cemento por WGP. Todas las proporciones de WGP, del 10 % al 20 %, reducen la F'_c y a la tracción del grupo 1 (hormigón simple). Añadir el 5 % de WGP al hormigón convencional aumentó la F'_c y a la tracción en un 8 % y un 13 %, de forma respectiva.



Asimismo, **Hernández & Rojas (2021)** Esta investigación evaluó la $F'c$ del hormigón tratado con vidrio reciclado molido en el laboratorio. Donde se realizó la utilización de un diseño experimental cuantitativo explicativo. El hormigón contenía un % de vidrio molido. Las mediciones de $F'c$ durante 4 sem fueron de 235,22kg/cm², 221,88kg/cm², 216,26kg/cm² y 220,85kg/cm². Los valores se calcularon utilizando vidrio molido al 0 %, 4 %, 5 % y 6 %. En conclusión, la mejor combinación utilizó vidrio molido al 6 % como alternativa de agregado fino. La combinación alcanzó una máxima resistencia de 235,22kg/cm², superando el récord anterior de 220,85 kg/cm² a una presión del 6,5%.

En su tesis **titulada** Diseños de hormigón hidráulico ecológicos que utilizan vidrio molido como agregado fino. Auquilla y Peláez (2021) analizara la relación de $F'c$ y R_m de los concretos hidráulicos desarrollados con vidrio reciclado como agregado para determinar su viabilidad y sostenibilidad. Se emplearon técnicas cuantitativas, diseño experimental y diseño aplicado para construir muestras con una resistencia de diseño de 270 kilogramos por centímetro cuadrado. Después de 28 días, el hormigón sólido presenta una $F'c$ de 270,1 kg/cm², con valores de 281,9, 265, 272,2 y 265,4kg/cm² con 10%, 15%, 20% y 25% de esmerilado vidrio. De acuerdo con los porcentajes estipulados, las resistencias fueron de 16,9Kg/cm², 22,3Kg/cm², 21,3Kg/cm² y 19,7Kg/cm². La resistencia mecánica indirecta a la tracción fue de 23,7Kg/cm² después de 28 días de evaluación. La composición de árido reciclado y 20% de vidrio molido mejoró su resistencia a la tracción, alcanzando 22,3 MPa, un 0,15% inferior a la de la muestra de referencia de hormigón. La prueba de compresión mostró que el 10% de molido vidrio, como parcial sustituto del fino árido, tuvo el mejor rendimiento. La mezcla presenta 28,2MPa, un 4,4% más de aguante que el anterior concreto, que poseía 27 MPa.



2.1.2 Antecedentes nacionales

Según lo indicado por, Pinedo y Araujo Novoa (2020) examinaron cómo las fibras de acero afectan al hormigón de resistencia media $F'c$. Dado que el proceso es temporal, los investigadores utilizaron agregados grueso y fino con cemento Portland y fibras de acero comerciales Sika Fiber de alta calidad para realizar un estudio cuantitativo a nivel aplicado y transversal. Nota CHO 65/35. El concreto es más resistente al impacto, la fatiga, el agrietamiento, la ductilidad y la absorción de energía porque las fibras aumentan su capacidad de carga. Las pruebas de granulación NTP 4000.012 se realizarán utilizando el modo del Comité 211 de ACI, con el peso y la compactación prescritos por NTP 400.017. Ensayos adicionales medirán el húmedo contenido, la absorción y la construcción compuesta. La resistividad se medirá a 210 KG/CM². Los ingredientes se combinarán bien durante 120 a 90 seg. para asegurar la homogeneidad. Un ensayo de ajuste evaluará la consistencia y fluidez de la mezcla. Tres grupos con tres sondas compararán la $F'c$. Los grupos experimental y de control se evaluaron 2 semanas después de añadir 30 y 25 kg/m³ de fibra de acero. Los datos muestran que el grupo con 25kg/m³ de fibra de acero presentó la resistencia mayor, con 212,39Kg/m³, logrando superar al grupo de control en un 1,1 %. El uso de fibras de acero en el hormigón optimiza la trabajabilidad y alcanza una máxima $F'c$ de 212,39 kg/cm², un 1,1 % superior a la del concreto convencional.

En la “Evaluación de las propiedades mecánicas del hormigón con vidrio triturado reciclado y virutas de acero”. Galloza y Palacios del Águila (2021) afirman que las virutas de acero recicladas y el vidrio triturado mejoran las propiedades mecánicas del concreto. Específicamente la metodología de la investigación empelada define que es una investigación de tipo aplicada, modelo experimental y científico, con un enfoque cuantitativo, empleando un ejemplo tipo con el modelo común de 3



diseños de resistencias media de concreto por el método ACI, y adicionando 5 proporciones diferentes de manera progresiva aritmética de varillas de acero al 0.5%, 0.4%, 0.3%, 0.2% 0.1% y 0% en proporción al peso del concreto el insumo de reciclado vidrio triturado del 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 0% como parcial sustituyente del fino agregado, y simultáneamente comparando los costes de dosificaciones diferentes, con lo cual contraste la ambiental y técnica justificación y evalúo los productos de F'_{cy} y R_m , trayendo a los productos los óptimos que se consiguieron con proporciones en F'_{c} a 210kg/cm², 280kg/cm² y 245kg/cm² y con proporciones de 3% de triturado vidrio y 0.3% de R_m y módulo elástico para 210 kg/cm², 245 kg/cm² y 245 kg/cm² con una proporción de 5 % de vidrio y 0,5 % de virutas, a un mayor costo. El mayor ahorro se observa en la proporción de 5 % de vidrio y 0,5 % de virutas con una F'_{c} de 210 kg/cm², siendo S/.1,16. En conclusión, los resultados refutan la hipótesis de que las propiedades mecánicas del concreto endurecido se mejoran mediante el módulo de ruptura para esfuerzos de flexión y la F'_{c} para esfuerzos de compresión, en relación con los costos. La sustitución mínima de materiales reciclables compromete la preparación e instalación del hormigón.

La tesis de Rafael y Reynal Saavedra (2021), realiza un trabajo de investigación del impacto de las fibras de acero recicladas en las características mecánicas del hormigón a 210 kg/cm². El método de estudio utiliza sondas cilíndricas y vigas prismáticas transversalmente. La técnica utiliza 1%, 2,5% y 4% de reciclada fibra de acero para esfuerzos de flexión y compresión. La investigación garantiza la intercambiabilidad y reutilización de la sonda y la viga. Aunque es más económico, se emplea como material alternativo debido a su ahorro de costos. Los resultados muestran que después de 28 días de pruebas de resistencia, el 1% de fibras de acero recicladas alcanzó una F'_{c} de 241,41 kg/cm², el 2,5% logró 238,69 kg/cm² y el 4% alcanzó 203,89kg/cm².



En comparación, las fibras comerciales de acero produjeron 265,06 kg/cm² al 1%, 254,53 kg/cm² al 2,5% y 209,32 kg/cm² al 4%. El módulo elástico fue de 4,72 MPa, mientras que las fibras de acero recicladas tuvieron 4,84 MPa al 1%, 5,05 MPa al 2,5% y 5,57 MPa al 4%. El 1% de las comerciales acero en fibras logró 4,93 MPa, dos 5,16 MPa y cuatro 5,8 MPa. La cantidad apropiada de las fibras de acero es el 1,0% del volumen. El hormigón absorbe la mayor cantidad de energía, por lo que no es necesaria mucha fibra para la F'c. El elástico módulo requiere más fibras de acero. Las fibras reaccionan instantáneamente a una perpendicular fuerza a la carga. La óptima resistencia es del 4,0%. La comparación del coste máximo del hormigón utilizando fibras de acero comerciales y recicladas muestra una diferencia de S/. 701.66. Las fibras de acero recicladas optimizan la F'c y el elástico módulo del hormigón. Su rentabilidad también ha beneficiado al medio ambiente. Las emisiones de las fibras perjudican nuestra ecología.

Finalmente, Quispe y Zárate (2020) evaluaron el efecto del vidrio molido en el hormigón de 210 kg/cm² en Cusco. Se realizó el "Análisis de la variación en el comportamiento del concreto f'c = 210 kg/cm² con la aplicación de vidrio triturado". Se emplearon metodologías cuantitativas, experimentales aplicadas y correlacionales. El hormigón sólido alcanzó una F'c de 215,1 kg/cm² a las 4 sem. La suma de 20%, 30% o 40% de vidrio en polvo al hormigón resultó en resistencias de 226,4, 219 y 211,8 kg/cm². El precio del vidrio molido se pagó a un precio total de 125,37 soles por metro cúbico, en comparación con los 488,81 soles del hormigón convencional. Sin embargo, el hormigón con 20% de vidrio molido cuesta 496,95 soles. Si se reemplaza el fino agregado por molido vidrio, el hormigón cuesta 8,14 soles más. Los hallazgos muestran que el hormigón con veinte% de material volumétrico (VM) es más duradero que el concreto con 0% de VM, por otro lado, el hormigón con treinta% de VM es comparable al convencional hormigón.



2.1.3 Antecedentes regionales

En este trabajo de investigación evaluara el impacto de varias proporciones de sustitución de manera parcial del cemento Wari clase I por molido vidrio o arcilla en el rendimiento del concreto, con un objetivo de 210kg/cm^2 (Castillo y Quispe Charca, 2019). El experimento de diseño correlacional compara dos bases de hormigón: una con vidrio roto o compartimentos como alternativas al cemento y la otra con vidrio reciclable. Se midieron las F'_c , tracción y flexión del hormigón a los 3, 7, 14 y 28 días. Las pruebas indicaron que la sustitución del 25%, 20%, 10%, 15% y 5% de cemento por triturada arcilla, en peso, redujo la F'_c en un 1,4%, 8,46%, 11,26%, 23,26% y 31,73%. Pero observé que, si una combinación con un 5 % de cantidad de vidrio en lugar de hormigón optimiza la estructural durabilidad, la operabilidad y la adherencia del hormigón a una temprana edad, mientras que al ablandar el vidrio al 5 %, la F'_c aumenta un 0,43 % y disminuye un 11,67 %, un 21,81 %, un 28,96 % y un 35,41 % después de 28 días, podría fomentar la construcción ecológica.

2.2 BASE TEÓRICA

2.2.1 El concreto

Las partículas finas y gruesas del cemento Portland, el agua y el aire se mezclan en porcentajes para obtener las características y la resistencia deseadas. Algunas mezclas de hormigón incluyen productos químicos; sin embargo, esto es opcional.

El hormigón se puede moldear y compactar, pero al secarse, pierde su flexibilidad y adquiere propiedades sólidas.



2.2.2 Componentes del concreto

Cemento: La piedra caliza calcinada y la arcilla forman el cemento. El cemento puede degradarse y calcificarse en agua, lo que lo hace muy duradero. Es un ingrediente del hormigón. El cemento Portland está compuesto por un 60% de piedra caliza y un 40% de arcilla. El clínker se produce pulverizando la mezcla en hornos de alta temperatura.

Se calcinan los materiales hasta que se funde una mezcla adecuada de silicio, cal y hierro para formar el clínker. Para evitar el crecimiento de partículas de cemento, se añade cemento hidratado adicional al clínker durante la molienda. El hormigón de alta calidad puede resistir la vida útil de la estructura sin deteriorarse en ciertas condiciones.

La NTP 334.009 (2005) clasifica el cemento Portland por tipo para aplicaciones de ingeniería civil.

TIPOS:

- I:** La mayoría de los proyectos de construcción lo utilizan, a menos que se especifiquen características especiales del cemento.
- II:** Es común el uso de sulfatos suaves o temperaturas relativamente altas.
- III:** Para tareas que requieren un arranque fuerte.
- IV:** En casos que requieren menor calor de hidratación.
- V:** Diseñado para aplicaciones resistentes a los sulfatos.

Los Agregados: Entre el 90 y el 80% del hormigón está compuesto de este material. Los áridos deben ser firmes, adecuadamente formados (ni alargados ni planos), inertes y no reactivos con los álcalis del cemento.

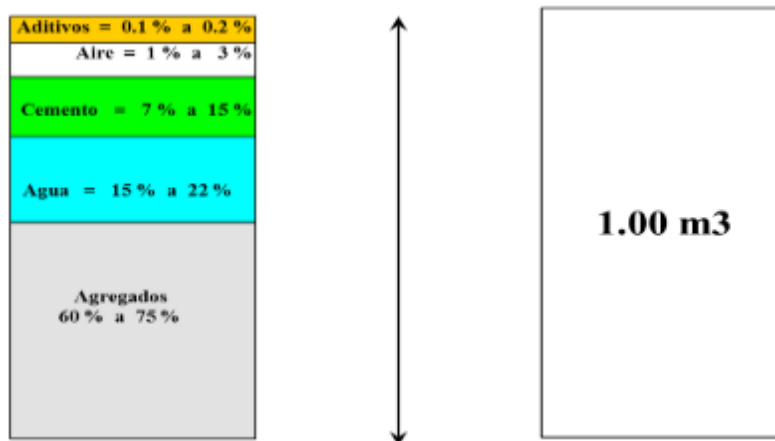
Agregado Finos: Los áridos finos se tamizan mediante un tamiz de (3/8") y una malla de 200. La arena puede ser natural o artificial. Las partículas útiles deben ser limpias, angulares y duras.

Agregado Grueso: Los filtros de (0,4") retienen partículas finas. La desintegración de las rocas las produce. La NTP400.011 las clasifica como naturales o artificiales.

Agua: El hormigón requiere agua para su resistencia, trabajabilidad y solidez. Su fabricación requiere agua sin ácidos, sales (cloruros y sulfatos) ni álcalis. El hormigón puede prepararse con agua potable. Si es potable, se puede utilizar agua no potable.

Figura 1

Número de componentes para producir un concreto.



Nota. Jorge Tiella, (2019). Diseño de mezclas de concreto.

2.2.3 Vidrio

El vidrio se describe como amorfo, frágil, duro y sólido. Limpio y seco, está compuesto de silicatos sólidos llamados ácido SiO₂ a partir de arena de sílice.

La fabricación del vidrio se basa en las características de la sílice y la potasa. Estas incluyen la resistencia a altas temperaturas, la transparencia y la permanencia.

El silicato de potasio y el óxido en polvo producen cristal, la cal y el silicato de sodio producen vidrio estándar, y la cal y el silicato de potasio producen vidrio de alta temperatura. Los cristales y el vidrio están compuestos de silicatos de potasio y sodio con trazas de óxidos de aluminio, manganeso, magnesio y hierro.

2.2.4 Tipos de vidrio

Esto hace que el vidrio más usado se quede en el fondo, contaminando el medio ambiente:

2.2.4.1 Vidrios sódicos

Con esta clase de vidrio se fabrican planos vasos, matraces, botellas y objetos similares. Los materiales básicos duraderos pueden proporcionar un sutil color verdoso. Sus componentes básicos —sílice, un primo insumo vital; sodio, que facilita la fusión; y calcio, que garantiza la química estabilidad— lo convierten en vidrio sódico-cálcico. Al contener poco vidrio, las botellas son verdes debido a la resistencia de la materia prima. Se utiliza para fabricar botellas de vidrio planas. La composición química y los porcentajes de vidrio cálcico-sódico se visualizan en el cuadro II. En el experimento se empleará este vidrio y se sustituirá parte del cemento del hormigón por vidrio esmerilado.

Tabla 2

Componentes químicos del vidrio sódico

Componentes	
Magnesio	0% -4%
Sodio	18% -12%
Calcio	5% - 14%
Sílice	70% - 75%
Aluminio	0.5% -3 %
Potasio	0% - 1%

Nota. Gutiérrez (2018).



2.2.4.2 Vidrios potásicos

El vidrio se sustituye por sal y potasio. Son más duraderos, brillantes, resistentes a la temperatura, al agua y a los ácidos que sus predecesores.

2.2.4.3 Vidrios plúmbicos

En este caso, el plomo sustituye al calcio. Su particular gravedad, atractivo, transparencia, acústica y refracción de la luz son impresionantes. Las piedras preciosas de imitación se fabrican con diamantes de imitación, cristales y sílex óptico. Estos vidrios incluyen todos estos componentes.

2.2.5 *Reciclado del vidrio*

El vidrio sigue su ciclo natural. El reciclaje (refundición y fabricación de nuevos productos) y la reutilización (devolución, embalaje y limpieza bajo estrictas condiciones) son las principales operaciones. La reutilización domina ambos ciclos. El proceso de recuperación de materiales finaliza en ambos ciclos sin límites. La arena, la piedra caliza, el feldespato y otros primos insumos para el desarrollo de vidrio son renovables. Por lo tanto, el vidrio puede reciclarse indefinidamente, preferiblemente al 100%.

La fabricación de vidrio requiere primos insumos derivados de minerales, como fragmentos de vidrio. Esta es una situación poco común en la industria de los insumos. La gran parte de estos fragmentos de vidrio vienen de residuales envases y al último de su útil vida. El peso de producción anual frecuentemente supera el 50% de vidrio reciclado. Mensualmente, se reciclan millones de tm a nivel mundial. Este método es esencial para la producción de vidrio y otros materiales y se ha mantenido vigente durante mucho tiempo. Este desarrollo generalmente es para buscar alternativas que reemplacen los procedimientos convencionales.

2.2.6 Vidrio molido

El insumo se consigue triturando el vidrio en molinos de bolas o máquinas de molienda. Estos dispositivos convierten los agregados de 12 bolas en partículas diminutas para esta técnica. El vidrio se filtra para que la mayoría de las moléculas fluyan por el interno tamiz. En la fase 4, se evalúa la dimensión de las finas moléculas del agregado según las recomendaciones de la NTP 400.018.

Figura 2

Trituración manual del vidrio reciclado



Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

2.2.7 Residuos de acero

Debido a la alta demanda de proyectos residenciales e industriales, la rama de la ejecución genera residuos de acero. Esta necesidad ha generado un gran desperdicio de hormigón, plástico y acero. Los residuos de acero se desechan. Investigaciones de laboratorio sobre los efectos del acero en el hormigón fundamentan este estudio.

Figura 3*Residuos de acero*

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

2.2.8 Fibras de acero

Un elemento de acero con una dimensión dominante y una superficie doble o procesada, utilizado como refuerzo en compuestos de hormigón, en configuraciones rectas o dobladas, para garantizar una dispersión uniforme, preservando al mismo tiempo sus propiedades geométricas. Las propiedades geométricas de las fibras incluyen longitud, forma y diámetro, "L" y "De". La relación de aspecto " $A=UDe$ " se calcula comparando la longitud "L" con el equivalente diámetro "De". El acero en fibras cortas y de sección pequeña confieren al hormigón propiedades específicas. Estos ingredientes son adecuados para la dispersión aleatoria en una mezcla de hormigón fresco mediante procesos de mezclado típicos. Posteriormente, se prepara el hormigón apto para su uso. Las fibras pueden ser rectas o curvadas axialmente, y circulares, rectangulares o variables transversalmente. La configuración de las fibras varía.



Aporte de fibras: El hormigón con acero en fibras posee los aspectos a continuación:

Las fibras de acero hacen que el hormigón sea dúctil tras la fisuración, puentesando las fisuras y previniendo la fractura frágil. Crean un "puente" dentro del agregado grueso para controlar el desarrollo de fracturas. La reducción del agrietamiento optimiza el aguantante a la abrasión.

Una resistencia elevada a la corrosión ayuda a limitar el crecimiento de las fracturas y el flujo de agua. Aumenta la R_m , la flexión y el corte para soportar cargas. La resistencia aumenta con el desplazamiento del momento plástico bajo tensiones concentradas.

Este material presenta una alta resiliencia al impacto y una alta resistencia a la carga dinámica.

Gracias a su resistencia tridimensional, el material se vuelve isótropo y homogéneo, con un rendimiento uniforme en todas las direcciones.

Las propiedades isotrópicas del material y la dispersión constante de las fibras lo hacen ideal para cargas sin regiones de aplicación específicas.

Los pisos de concreto reforzado con fibra pueden reducir el peso sin comprometer sus características.

2.2.9 Concreto reforzado con fibras de acero

Los concretos reforzados con acero en fibras tienen una matriz hidráulica compuesta por cemento, gruesos y finos agregados, agua y acero en fibras distribuidas. Estos concretos mejoran las propiedades de las fibras de acero. Estos concretos menos tolerantes presentan una menor elasticidad. Las fibras deben estar distribuidas uniformemente y no segregadas ni agregadas.

2.2.10 Resistencia del concreto

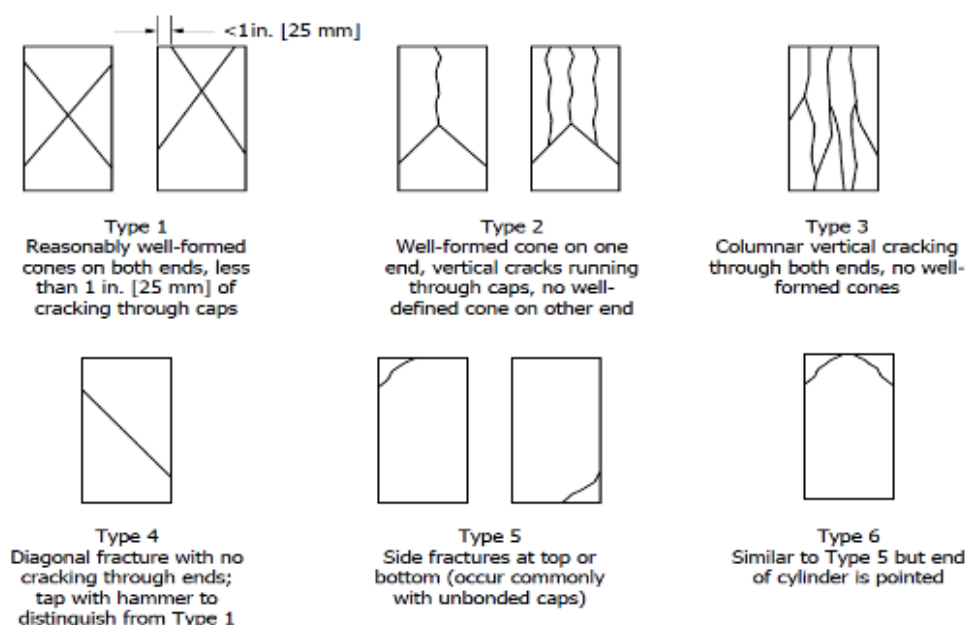
Las muestras de hormigón pueden soportar la fuerza de compresión axial hasta alcanzar su F'_c . Esta resistencia se mide generalmente en kg/cm^2 , MPa o psi a los 28 días de edad. Puede expresarse en MPa.

2.2.10.1 F'_c

Se aplicó una carga de axial compresión al molde cilíndrico a una velocidad predeterminada hasta su falla. Esto alcanzó los requerimientos de las ASTM C-39/C39M-17 y NTP 3339.034. La tensión de compresión de la muestra puede calcularse con precisión validando el coeficiente de carga máxima con su área de sección transversal. La deformación comienza y se mantiene cuando la velocidad de carga alcanza su punto máximo. Para comprender la resistencia en la práctica, se probaron cilíndricas probetas con especificaciones definidas.

Figura 4

Clases de probetas de formas de fractura en la F'_c del concreto



Nota. ASTM C39 de la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales.

Procedimiento de ejecución:

- Las briquetas cilíndricas se probaron a los 7, 14 y 28 días.
- Las probetas cilíndricas se midieron sucesivamente. Revise las placas de carga y las superficies de prueba para detectar impurezas y centre la sonda entre ellas antes de iniciar la prueba.
- Para controlar impactos, el peso se aplica de continua manera.
- Registre los datos con la carga máxima P.

La F'c de la probeta se opera:

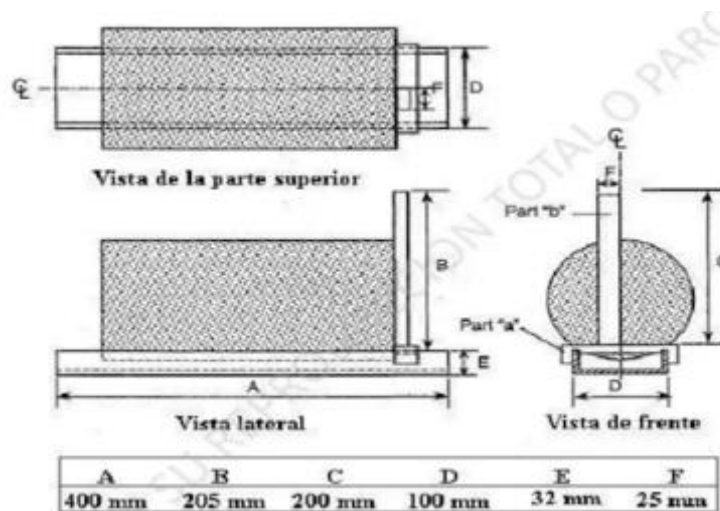
$$f'c = 4P / \pi D^2$$

2.2.10.2 Prueba de resistencia a tracción o diametral compresión

Este ensayo utiliza materiales prismáticos de 150 mm x 540 mm x 150 mm sostenidos a 0,46 metros. El Mr es el módulo elástico según la norma ASTM C-78/NTP 339.078. Cada tercio del tramo libre (0,15 metros desde ambos extremos) se carga hasta la rotura. Esto continúa hasta la rotura del componente.

Figura 5

Esquema del equipo para prueba diametral



Nota. Tomado de la NTP339.084.

Pasos:

- Dos líneas diametrales en los extremos del elemento.
- Examine la sección transversal de la muestra.
- Alinee los listones con las líneas de la muestra.
- Apoye la muestra sobre una base.

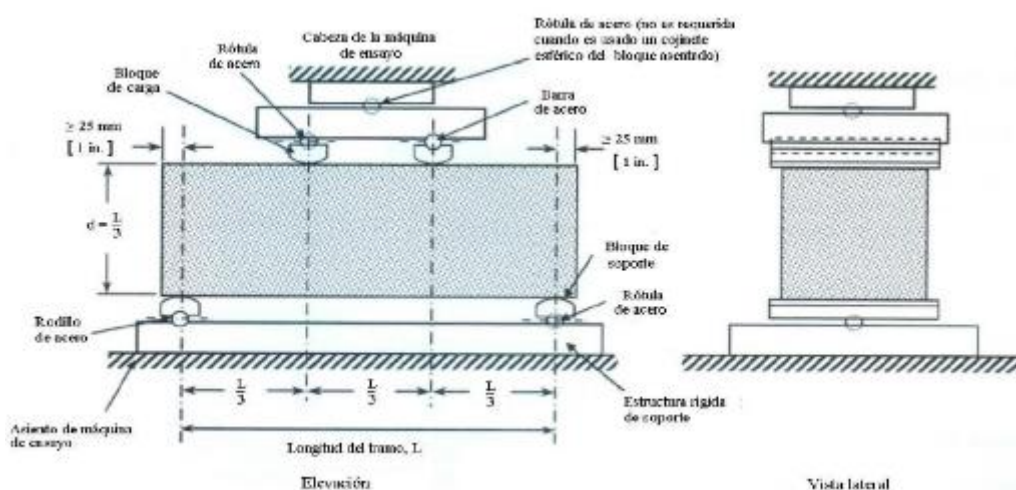
$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

2.2.10.3 Prueba de módulo elástico

El módulo de rotura (M_r) es el módulo elástico acorde a las ASTM C-78/NTP 339.078. Esta norma exige que la prueba de una sonda prismática de 15 cm x 50 cm x 15 cm con dos soportes de 45 centímetros. La sección de la viga se carga en un tercio de la luz libre (0,15 metros desde cada extremo) hasta alcanzar su capacidad máxima.

Figura 6

Representación esquemática del equipo para medir una carga.



Nota. Tomado de NTP 339.078 (2018).

Pasos:

- Dibuje líneas delgadas y rectas alrededor de los cuatro bordes más grandes para indicar el soporte.
- Mida y registre las dimensiones de la viga en cm.
- Desinfecte los componentes de soporte y de carga, así como las áreas de contacto de la viga.
- La viga debe colocarse en la prensa de prueba de manera que las líneas de carga coincidan con los componentes de soporte y de carga.
- Para que la viga se fracture, el peso debe aumentar de forma constante.
- Después de alcanzar la carga máxima P , se registraron los datos.

El cálculo del elástico módulo determina la resistencia a la flexión:

$$Mr = PL/bh^2$$

2.2.11 Propiedades físicas de los agregados

A. Densidad

La porosidad y la gravedad específica de los componentes sólidos determinan el resultado. Al fabricar hormigón de bajo peso, la densidad del árido es crucial. Una baja densidad y una alta capacidad de absorción indican la porosidad y la fragilidad del material.

B. Porosidad

El volumen de material sólido dentro de la partícula compuesta. Debido a sus efectos sobre otras propiedades del árido, la porosidad es importante. La química estabilidad, la resistencia al desgaste, la mecánica resistencia, los elásticos aspectos, la permeabilidad y la específica gravedad pueden verse afectadas.

C. Peso unitario

El peso de la partícula dividido por el volumen total, incluyendo los huecos, da como resultado la suma. Estos huecos están formados por los espacios intersticiales de las partículas. Esto se puede determinar utilizando las ASTM C 29 y NTP 400.017. Este número es útil para convertir pesos a volúmenes y viceversa. Al trabajar con materiales gruesos, un mayor peso unitario sugiere menos huecos de arena y cemento.

D. % de Vacíos

El peso unitario es relativo, y esta medida volumétrica, expresada como proporción de los huecos de las partículas del agregado, depende del espacio entre ellas. La norma ASTM C 29 propone el siguiente valor.

$$\%vacios = \frac{(SxW - P.U.C)}{SxW} \times 100$$

E. Humedad

Esto representa el volumen de superficial agua retenida por la molécula, lo que influye en el requerimiento mínimo de agua en la combinación. Esto se puede mostrar de la forma a continuación:

$$\%humedad = \frac{\text{natural peso} - \text{seco peso}}{\text{seco peso}} \times 100$$

2.2.12 Agregados naturales

La mezcla de cemento aglomera los ingredientes inertes del hormigón, creando una duradera estructura. Este conformante representa más de la mitad del volumen y es vital para el producto final.



Más allá de si el aglutinante se denomina pasta de cemento, sus propiedades influyen primeramente en el final producto y muy ocasionalmente son tan cruciales como el cemento para alcanzar esta finalidad. Los áridos no afectan directamente las interacciones químicas agua-cemento, por lo que su clasificación es relativa. Se clasifican por resistencia, conductividad, durabilidad, etc.

Además, sus físicos y químicos aspectos influyen considerablemente en las propiedades del hormigón. Generalmente está formado por arenisca, granito, basalto, cuarzo o sus mezclas.

La distribución volumétrica de las partículas será crucial para estructuras densas, eficientes y prácticas en el futuro. Según estudios científicos, la pasta de cemento debe mantener unidas las moléculas y rellenar las grietas entre las más pequeñas.

2.2.12.1 Agregado fino

Los áridos finos se forman por la desintegración natural y antropogénica de rocas ígneas. Este agregado cumple con las normas NTP 400.037 o ASTM C 33 y tiene un espesor mayor a 3/8 de pulgada. El agregado fino puede incluir arena natural, manufacturada o mixta. Se prefieren partículas limpias, angulares, duras, compactas y resistentes en este material.

Se debe eliminar de los agregados finos la tierra, las partículas escamosas o blandas, las incrustaciones, la tiza, los álcalis, los componentes orgánicos, las sales y otros productos químicos nocivos.

El agregado fino debe clasificarse según las ASTM C 33 o NTP 400.037. Examine los siguientes problemas.

Para obtener resultados óptimos, utilice la clasificación continua y almacene los datos en bolsas Tyler n.º 4, 8, 16, 30, 50 y 100.

El agregado nunca superará el 45 % de su valor original.



Las limitaciones de clasificación recomendadas se encuentran en la tabla a continuación. Para reducir la proporción en las bolsas n.º 50 y n.º 100 al 5 % y al 0 %, respectivamente, utilice el agregado en combinaciones de hormigón con incorporado aire con un contenido de cemento por encima de 225kg/m^3 . Los concretos con incorporado aire con un contenido de cemento por encima de 300kg/m^3 utilizan un aditivo mineral para compensar el porcentaje de zona faltante.

Mantenga el fino módulo del fino agregado por encima de 0,2 para establecer la dosificación del concreto. Este valor es aceptable. Por lo tanto, el valor esperado debe ser de 2,35 a 3,15.

Si el agregado excede el valor límite en más de 0,2, la prueba puede rechazarlo. También puede variar las proporciones de la mezcla para variaciones de granulación. Los cambios reducen el contenido de cemento.

La materia orgánica debe eliminarse del fino agregado según la ASTM C 33 o NTP 400.037.

2.2.12.2 Agregado grueso

El agregado grueso reforzado de tamaño N.º 4 cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037 a la ASTM C 33.

La grava triturada o natural, la piedra arenisca o los agregados metálicos son agregados gruesos. El agregado grueso utilizado en el ligero hormigón podría ser artificial o natural.

Las limpias partículas formarán el grueso agregado. Deben ser duras, compactas, robustas y de textura rugosa con un contorno angular o semiangular.

Las moléculas deben permanecer estables y estar libres de incrustaciones, suciedad, humus, limo, polvo, superficiales incrustaciones, residuos orgánicos, sal y otros compuestos peligrosos.



Para clasificar el agregado grueso según los límites de la NTP 400.037 o ASTM C 33, considere lo siguiente, que se presenta en las tablas a continuación:

- La selección de agregados requiere una granulometría regular.
- La granulometría elegida debe ser trabajable y lo suficientemente consistente como para proporcionar la mayor densidad del hormigón, considerando la mezcla. Un máximo del 5% del agregado debe permanecer en el tamiz de 1 1/2 pulgadas y el 6% a través del tamiz de 1/4 de pulgada.
- Se debe utilizar este método de granulación.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

1. **Vidrio:** Sustancia inorgánica sintética, dura y transparente.
2. **Agregado:** Se refiere a partículas que pueden hincharse o crecer y que cumplen con este requisito. Estas partículas pueden ser naturales o artificiales. Además, están secas.
3. **Agregado Fino:** El agregado debe pasar por los tamices de 9,5 mm (3/8") y n.º 200 para cumplir con este requisito. La descomposición, natural o artificial, puede haber causado esta sequedad.
4. **Arena:** Este agregado fino proviene de rocas que se disuelven naturalmente. Un cribado normal con un espesor n.º 4 contiene este material proveniente de la disolución de la roca. Dentro de los límites de esta directriz, se detecta el agregado.



5. **Grava:** El grueso agg de ribera se deposita de natural manera. Resulta de la desintegración espontánea del material lítico.
6. **Abrasión:** La fricción y el impacto degradan los agregados y las rocas en la infraestructura vial.
7. **Agregado fino:** Los requisitos técnicos determinan el tamaño del grano del insumo. Sustancia de fragmentación de partículas, natural o artificial. Suele pasar por la malla N.º 4.
8. **Grueso agg:** Material formado por la fragmentación de partículas, cuyo tamaño de grano se determina mediante parámetros tecnológicos. El Glosario de Términos Frecuentes en Infraestructura Vial, lo conserva en la N° 4 para consideraciones de mayor envergadura.
9. **Agregado natural:** La pulverización de rocas crea agregados pétreos, también conocidos como granular material o mineral agregado. Estos provienen de la desintegración y la meteorización de las rocas.
10. **Agregado reciclado:** La NTP 400.053 establece que los gránulos de concreto se forman mediante la reacción de elementos de concreto y mortero de edificios destruidos con partículas secas.
11. **Análisis granulométrico o mecánico:** Una técnica para medir o cuantificar la distribución del tamaño de partícula. Se publicó un glosario de términos de infraestructura vial en 2018.



12. **Cemento:** Este producto se obtiene pulverizando clínker Portland y sumando minerales naturales.
13. **Concreto:** Sin otros ingredientes, contiene cemento Portland o hidráulico, agua, finos y gruesos áridos.
14. **Impacto ambiental.** El ambiental impacto de la demolición de estructuras, las catástrofes naturales en la construcción y los residuos de materiales de laboratorio y de construcción se acumulan.
15. **Propiedades mecánicas del concreto:** Como es sabido, el hormigón curado adquiere una resistencia extraordinaria al exponerse a presiones externas. Las principales resistencias son la compresión, la tracción, la rigidez y el impacto.
16. **F'_{cr} :** Resistencia límite a la compresión del hormigón antes de la rotura.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Aplicada, para lograr los propósitos de manera realistas y bien definidas, se analiza para adaptar, modificar o crear secciones específicas en prototipos de conocimiento y tecnología.

Este estudio manipuló datos de evidencia organizados de evaluaciones de características físicas de agregados naturales. Se analizaron las propiedades mecánicas del concreto con una resistencia de 210kg/cm^2 con 6 % de vidrio molido reciclado, 8 % y 10 % de vidrio reciclado, y 0,4 %, 0,6 % y 0,8 % de residuos de acero.

3.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Un método cuantitativo podría probar la idea utilizando una cantidad de elementos de prueba. Este proyecto utilizó concreto de 210 kg/cm^2 para reemplazar el vidrio reciclado triturado con cemento y residuos de acero. También se definieron y formularon objetivos, preguntas de investigación, hipótesis y variables para el estudio. Se utilizaron técnicas estadísticas para evaluar los datos y se obtuvieron conclusiones.

3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Explicativo porque vincula la aplicación del vidrio triturado y los residuos de acero para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Al igual que el hormigón, los agregados naturales se someten a pruebas de $F'c$, R_m y elástico módulo. En esta prueba se muestran los efectos de añadir vidrio molido reciclado al cemento y residuos de acero combinados en un concreto de 210kg/cm^2 . Donde se realizan una serie de pruebas.

3.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Los ensayos y las pruebas definirán la hipótesis de la investigación. Un procedimiento práctico, repetible y comparativo desarrollará la hipótesis para determinar o estimar los valores requeridos. Los grupos de estudio se seleccionarán en función de su cumplimiento con las normas específicas, no de forma aleatoria. Este estudio analiza cómo la modificación de la dosis de vidrio molido reciclado y residuos de acero afecta las propiedades mecánicas del concreto para sustituir la mezcla.

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1 Población

La población está constituida por todas las posibles mezclas de concreto que pueden elaborarse en el distrito de Juliaca utilizando diferentes proporciones de: cemento, agregados (arena y grava), agua, residuos de acero y vidrio molido reciclado. En términos prácticos, la población se refiere a todas las posibles unidades experimentales de concreto que podrían producirse bajo las condiciones del distrito de Juliaca.

3.5.2 Muestra

La muestra está conformada por las probetas de concreto fabricadas específicamente para el estudio, utilizando diseños de mezcla que incorporan distintas proporciones de residuos de acero y vidrio molido reciclado.

En esta investigación se utilizó probetas cilíndricas de hormigón normal con una resistencia de 210 kg/cm². El estudio utilizó probetas cilíndricas y vigas prismáticas de concreto convencional de 210 kg/cm². Como alternativa, se emplearon vigas prismáticas y probetas cilíndricas para el concreto con una resistencia f'_c de 210 kg/cm², adicionándolas vidrio molido, así como residuos de acero en diversas cantidades.

3.5.3 Muestreo

En el capítulo 5.6 de la E.060 de concreto armado, el análisis y comprobación del concreto establece que la prueba de resistencia será la media de la resistencia de dos muestras fabricadas a partir del mismo espécimen de hormigón, ensayados a los 28 días para determinar f'_c . Implementado para calcular f'_c .

En la tabla 3 señala la cantidad de diseños de ensayo por combinación. El experimento incluirá ensayos de F'_c , la tracción, la flexión y otros. Los diseños de muestra incluyen muestras de hormigón regular (MDN), residuos de acero (RA) y vidrio molido reciclado (VM).

Tabla 3

Especimen de modelo de dosificaciones.

Muestras	Dosificación
MDN	0% VM + RA.
MD9	0.8%RA+10%VM
MD8	0.6%RA+10%VM.
MD7	0.4%RA+10%VM.
MD6	0.8%RA+8%VM.
MD5	0.6%RA+8%VM.
MD4	0.4%RA+8%VM.
MD3	0.8%RA+6%VM.
MD2	0.6%RA+6%VM.
MD1	0.4%+6%VM



3.6 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS

3.6.1 *Técnica de obtención de datos*

Esta investigación identificó materiales temáticos pertinentes por la evaluación de documentos y la recopilación de valores. Esto incluye la obtención de libros, publicaciones, artículos y trabajos de investigación relevantes. La observación sistemática es otro método para monitorear los indicadores de variables independientes. Se emplearon herramientas de recopilación de datos.

Validez

Los resultados son consistentes, fiables y coherentes. El estudio se verificó mediante investigaciones de campo y ensayos de laboratorio que cumplieron con las normas internacionales y nacionales de las autoridades geotécnicas y de ensayos de hormigón, como NTP y ASTM.

Se incluirán evidencias fotográficas de la elaboración, el proceso y las pruebas, y una revisión de los resultados aportará su legitimidad.

Confiabilidad

Afortunadamente, los instrumentos pueden medir las variables previstas. Se realizará un seguimiento de la fiabilidad para obtener datos precisos. Esto significa que los informes de las pruebas se generan y compilan en un laboratorio con los certificados de calibración más recientes, con gran experiencia de campo y una ayuda técnica dirigida por personal capacitado.

3.7 Desarrollo del procedimiento

Se tomaron las siguientes medidas:



- Se contactó con empresas, talleres de vidrio y tornería.
- Tras la recolección, los residuos reciclables de vidrio y acero se transportaron hacia una zona para realizar los trabajos de campo.
- Tras limpiar los residuos de acero y triturar físicamente el vidrio reciclado, los materiales se llevaron al laboratorio.
- El agregado natural provino de la cantera de Cabanillas.
- El estudio analizó las características físicas del agregado natural. El trabajo consiste en desarrollar una mezcla patrón de concreto de 210 kg/cm^2 con agregados naturales.
- Las mezclas de concreto planificadas emplearon vidrio triturado reciclado y residuos de acero como aditivos: Cuatro combinaciones posibles: 6 % de VM + 0,4 % de AR, 6 % de VM + 0,6 % de AR, 6 % de VM + 0,8 % de AR y 8 % de VM + 0,4 %, 0,6 % y 0,8 % de AR. 8 % de AR, 10 % de VM + 0,4 % de AR, 10 % de VM + 0,8 % de AR y 4 % de AR.
- Se realizó una prueba de asentamiento para cada modelo de combinación de concreto.

3.7.1 Traslado y extracción de insumo de la cantera

El agregado natural provino de la cantera de Cabanillas. El análisis se realizó en el laboratorio después de la extracción.

3.7.2 Técnicas de procesamiento de datos

Se utilizarán equipos de laboratorio, software y hojas de cálculo para evaluar y valorar los valores cuantitativos y cualitativos. Se realizará una prueba de normalidad de muestra en SPSS para determinar la mejor prueba estadística para la validación de hipótesis.

3.7.3 Desarrollo de pruebas

Se evaluó la influencia de la adición de residuos de acero (RA) y vidrio molido reciclado (VMR) al concreto para optimizar sus propiedades mecánicas. El Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UANCV en la ciudad de Juliaca proporcionó datos globales de NTP y ASTM para las pruebas. Con el apoyo del personal técnico se realizó el procesamiento de los datos para garantizar la consistencia y la confiabilidad. Con fundamentos en los resultados del estudio, se formularán conclusiones y sugerencias de la investigación.

Figura 7

Ensayos realizados en el laboratorio



Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

3.7.4 Ensayos realizados en el laboratorio

Se realizará un análisis del tamaño de partícula, una prueba de abrasión y una prueba de durabilidad para objetivizar si estos insumos son adecuados para la realización de un concreto con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ según la norma NTP 4000.037.



3.8 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

3.8.1 *Análisis granulométrico de los agregados finos y gruesos*

El análisis granulométrico de los agregados grueso y fino determinará si cumplen con la norma técnica peruana para la fabricación de concreto estándar. En esta prueba se utiliza el análisis granulométrico estándar de la NTP. 400.12, C-136.

Equipos utilizados:

- El peso restante fue de aproximadamente el 0,10 % del peso.
- Las dimensiones estándar incluyen 1 1/2 pulg, 1 pulg, 1/2 pulg, 3/8 de pulg, 1/4 de pulg, n.º 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 y base.
- Precalentar el horno a 105 ± 5 °C.

Proceso:

- En 24 horas, se limpió, lavó y desecó el material del tamiz.
- Si la malla N.º 4 segrega el material, la masa residual aumentará a medida que las partículas más pequeñas pasen por el tamiz.
- El peso mínimo del material fino es de 300 g, y el del material grueso se determina según la tabla, de acuerdo con la norma MTC E 204. Los tamices de 3/4 NMR pesan 5 kg. Para esta prueba, se utilizaron 2 kg de árido fino, 6 kg de árido grueso y 6 kg de árido reciclado para obtener buenos resultados. El peso del agregado de los tamices debe compararse con el original. Si esta diferencia alcanza el 0,3 % en peso, la prueba falla.
- El insumo seco y libre de contaminantes debe colocarse en el contenedor del tamiz. El proceso comienza con el pesaje de la bolsa, la rotación y el vaciado.

Figura 8

Ensayo del análisis granulométrico de la muestra



Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

3.8.2 Absorción y peso específico del agregado fino

La ASTM C-128 evalúa la gravedad específica y la propiedad de absorción del material del agregado fino.

Equipos empleados:

- Calentador de intensidad moderada
- Molde cónico de absorción.
- Metal de varilla de compactación.
- Balanza.
- Platos.

Proceso:

- Se toma aproximadamente un kilogramo de material. El objeto debe sumergirse en agua durante 24 horas en la bolsa N4.
- La muestra se drena y seca cuidadosamente después de ser saturada con agua.

Una vez procesado, el insumo se sitúa en recipientes metálicos y se seca en un horno eléctrico a la temperatura deseada.

- Después de retirar el material, se llena y fija cuidadosamente el cono truncado sin ejercer demasiada presión. Se realiza el varillado en la muestra 25 veces. La primera grieta indica condiciones de saturación superficial seca (SSD) después de retirar el cono.
- Una vez introducida la muestra, la temperatura del horno se mantuvo a $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

3.8.3 *Vacíos y peso unitario de agregados*

Esta prueba ASTM C-128 mide el peso unitario del agregado y el volumen de vacíos.

Equipos utilizados:

- Balanza
- Recipiente metálico de medición.
- Un objeto cilíndrico con asa es ideal.
- Recipiente.
- Regla de metal.

Proceso:

- Para calcular el peso unitario, llene un recipiente metálico hasta 50 mm con una cuchara hasta que esté a nivel del borde.
- Registre el peso del recipiente metálico lleno. El peso del recipiente varía con un margen de 0,05 kilogramos según la norma.
- El peso unitario compactado se determinó llenando los áridos con un tamiz de 1,5 pulgadas.
- Una vez lleno, el recipiente se golpeó 25 veces con una regla metálica para nivelar la muestra con la varilla.



3.8.4 Características resistentes de los materiales agregados

Seguidamente se presentan los datos del ensayo de abrasión los Ángeles (porcentaje).

Estas investigaciones evaluarán la resistencia a la abrasión de los agregados y la idoneidad del hormigón. El análisis granulométrico se realizó de conforme a la ASTM C-128 (Grado A) durante toda la prueba.

Equipos utilizados:

- Bandejas
- Horno 105 +/- 5 °C
- Máquina De Los Angeles
- Cucharon
- Balanza
- Tamices N°12, 3/8", 1/2" y 3/4"

Proceso:

- La técnica y el material se seleccionaron de la Tabla 2 del MTC E-207-2000. Selección del Método B. Las mediciones del grueso agregado fueron de 5000 gr: 2500 gr dentro de la bolsa de 1/2 pulg y retenida, y 2500 gramos pasando por la malla de 1/2 pulg y retenida en la malla de 3/8 de pulg. Antes de la prueba, se limpió el material.
- El método B utiliza doce esferas. Los materiales y las esferas se colocarán en la máquina de ángulo para su programación y monitoreo manual. La máquina girará de 30 a 33 veces por minuto.
- Se extraerá más material y se alimentará a través de la N.º 12. Se limpia la retención y el material se pesa después de la prueba.

Figura 9

Peso del material retenido en los tamices



Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

3.8.5 Prueba de durabilidad

La prueba de durabilidad (%) del espécimen estándar evalúa la resistencia a la intemperie y la vida útil del agregado grueso.

Utilizados Equipos:

- Balanza
- Cucharon
- Tamices
- Horno de secado

Pasos:

- Se tomó el agregado grueso del tamiz N.º 4.
- A continuación, se lavaron los agregados. Durante al menos 16 horas, los especímenes se mantuvieron en una solución de sulfato de magnesio o sodio. Posteriormente, la solución se mantuvo a una profundidad mínima de 1,5 cm.
- El remojo y el secado se alternaron indefinidamente hasta alcanzar la cantidad de ciclos requerido.

Figura 10*Tamizado del insumo del tamiz #4*

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

3.9 DOSIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS DE MODELO EMPLEADOS EN EL DESARROLLO DEL NORMAL CONCRETO

Tras conseguir el modelo de la combinación maestra, se sustituyeron las cantidades siguientes de residuos de acero y vidrio molido reciclado.

- 0.8%RA+10%VM.
- 0.4%RA+10%VM.
- 0.4%RA+10%VM.
- 0.8%RA+8%VM.
- 0.6%RA+8%VM.
- 0.4%RA+8%VM.
- 0.8%RA+6%VM.
- 0.6%RA+6%VM.
- 0.4%RA+6%VM.

La siguiente técnica proporciona el VMR y el RA:

- Primero, se buscó residuos de acero en tornos de corte de acero y otros sitios de la

ciudad de Juliaca, donde será denominará residuos de acero (RA).

- Segundo, se buscó vidrio reciclado en las empresas de vidrio, vertederos y otras áreas de la ciudad de Juliaca.
- Tras recolectar el vidrio reciclado, se envió a triturar. VMR es vidrio molido reciclado.
- Los ingredientes separados se llevaron al laboratorio para combinarlos y elaborar concreto de 210 kg/cm². Tras calcular los residuos de acero (RA) y el vidrio molido reciclado, se realizó el proceso.

Figura 11

Obtención de vidrio molido reciclado



Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

3.9.1 Preparación de la combinación

Se diseñaron probetas cilíndricas para estudiar el desenvolvimiento y las características del típico concreto con una f'_c de 210 kg/cm². Se utilizó concreto convencional (0 % RA y VMR) y hormigón con diversos aditivos para elaborar los elementos de prueba.



Esta tesis incluye los siguientes ejemplos:

- MDN: especímenes con concreto normal con una $f'c = 210kg/cm^2$
- MD1 (Modelo N° 01): a los especímenes con agregados del (0.4%RA + 6%VM)
- MD2 (Modelo N° 01): a los especímenes con agregados del (0.6%RA + 6%VM)
- MD3 (Modelo N° 01): a los especímenes con agregados del (0.8%RA + 6%VM)
- MD4 (Modelo N° 02) a los especímenes con agregados del (0.4%RA+8%VM)
- MD5 (Modelo N° 02) a los especímenes con agregados del (8%VM+0.6%RA)
- MD6 (Modelo N° 02) a los especímenes con agregados del (8%VM+0.8%RA)
- MD7 (Modelo N°3) a los especímenes con agregados del (0.4%RA + 10%VM)
- MD8 (Modelo N°3) a los especímenes con agregados del (0.6%RA + 10%VM)
- MD9 (Modelo N°3) a los especímenes con agregados del (0.8%RA + 10%VM)

Durante la preparación de la muestra, se añadió vidrio reciclado molido (VMR) proporcionalmente al peso del cemento. Se añadió residuos de acero (RA) al cemento en proporciones del cuatro, seis y ocho por ciento. Todos los diseños de mezcla de concreto utilizan este método para elaborar briquetas y elementos de prueba. Además, se muestran muestras tolerantes a aditivos. Además de los moldes cilíndricos y principales, la mezcla se prepara en una plataforma plana.

3.9.2 *Consistencias de la prueba del Slump*

Las probetas de diseño con sustituciones de combinación de concreto RA y VMR se sometieron a pruebas de asentamiento.

Equipos utilizados:

- Base plana de acero
- Varilla de acero de 1"

- Cucharon
- Molde tronco con forma de cono $h=30\text{cm}$
- Metro

Pasos:

- Para la preparación, coloque el molde sobre un plano y húmedo suelo. Suponga que un nivel de concreto ocupa un tercio de su volumen.
- Deslice la pala alrededor del perímetro superior del molde para distribuir uniformemente el concreto.
- Distribuya 25 paladas uniformemente.
- Las capas posteriores se aplican de la misma manera hasta alcanzar al menos un tercio del volumen, seguidas de una compactación para asegurar que la varilla penetre en la capa inferior inmediatamente. La primera tapa mide 67 milímetros de alto y la segunda, 155.
- El molde se llena, se sella y se eleva con cuidado en vertical. Se dimensiona la elevación del cono y el concreto se desprende o cae del molde.

Figura 12

Prueba de revenimiento - Slump



Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

3.10 PASOS DE MEZCLADO DE LOS INSUMOS

Conforme con la ASTM C-192, se elaboró las probetas con estos pasos: La sonda se introduce en el molde entre 3 capas con 25 golpes en espiral. Esto evita que las probetas se rompan al golpearlas con un mazo de goma. Tras verter la mezcla en el molde, se llenaron dos capas con 63 golpes cada una, y un mazo de goma que produjo fuerza lateral con hasta 15 golpes. Tras ajustar la altura del molde, las muestras se trituraron y secaron. Esto se realizó para solucionar el problema.

Figura 13

Colocación de la mezcla al molde



Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

3.10.1 Paso de curado de los elementos de prueba

El curado de los especímenes de hormigón mantuvo la hidratación del concreto y mejoró sus propiedades mecánicas. Esto tardó aproximadamente 4 semanas en verificar que el hormigón alcanzara el 100% de resistencia para la prueba de resistencia (falla). El hormigón debe alcanzar el 70% de resistencia en 7 días, según el reglamento.

3.10.2 F'_{cr}

Tras la preparación, los moldes se retirarán cuidadosamente y se transportarán a la sala

de curado. La cámara de curado se empleará en 1 semana y luego de la preparación para realizar ensayos de F'_c , R_m y módulo elástico.

Figura 14

Especímenes de concreto



Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

Figura 15

Rotura de los especímenes de concreto.



Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL AGREGADO

Los resultados del análisis granulométrico y de la prueba de abrasión de los Ángeles ejecutada muestran en porcentaje que los agregados típicos son adecuados para el desarrollo de concreto convencional con una $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, según la NTP 4000.037. Además, los ensayos en las probetas de concreto con una $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, curadas a las 1, 2 y 4 semanas, cumplen con los criterios ASTM de F'_c , R_m y módulo elástico.

4.1.1 Análisis Granulométrico

Tabla 4

Análisis granulométrico del material de agregado grueso

Tamices ASTM	% Parcial Retenido	% Acum Retenido	% Que pasa	Requisitos (%)	Observación
3"					
2 1/2"					
2"	0.00		100.00		
1 1/2"	4.51	4.51	95.51	100.00	No cumple
1"	17.96	22.44	77.54	95 - 100	No cumple
3/4"	10.58	33.03	66.97		
1/2"	21.73	54.79	45.21	25 - 60	Ok
3/8"	13.41	68.17	31.81		
1/4"					
Nº 04	28.12	96.32	3.68	0 - 10	Ok
Nº 08	2.56	98.87	1.13	0 - 5	Ok
Nº 16	0.97	99.84	0.16		
Nº 30	0.15	99.99	0.01		

Figura 16

Curva granulométrica del agregado grueso

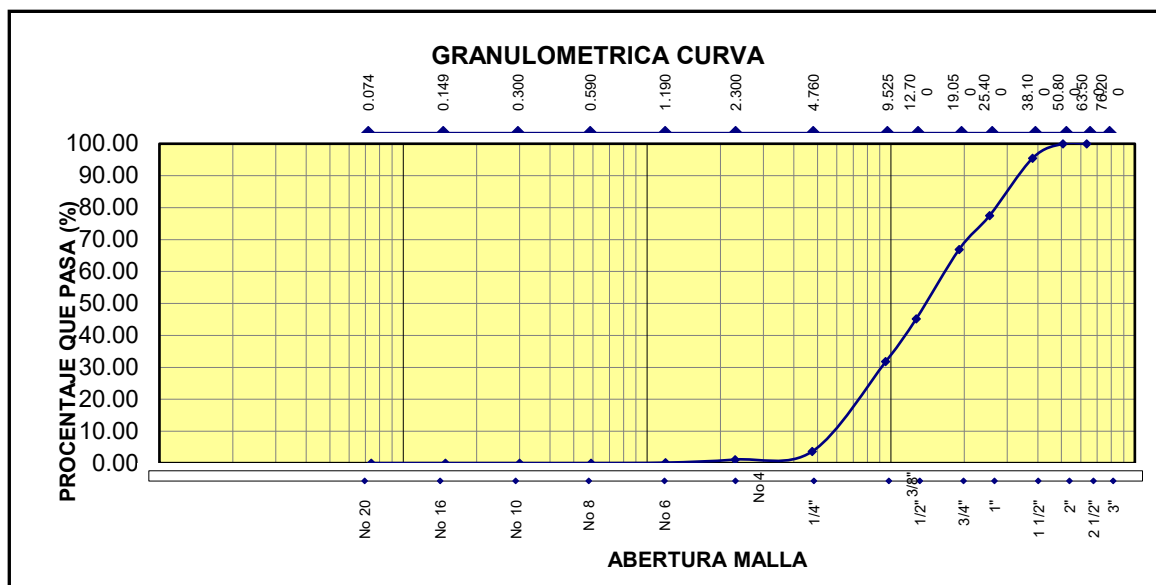


Tabla 5

Análisis granulométrico del agregado fino

Tamices ASTM	% Retenido Parcial	% Acum Retenido	% Que pasa	Requisitos (%)	Observación
N° 04	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Si cumple
N° 08	18.58	18.58	81.42		
N° 16	17.32	35.90	64.10	45 - 80	Si cumple
N° 30	22.00	57.90	42.10	25 - 60	Si cumple
N° 50	27.89	85.79	14.21	10 - 30	Si cumple
N° 100	11.58	97.37	2.63	2 - 10	Si cumple
N° 200	2.22	99.86	0.41	0 - 3	Si cumple
N° 200	0.43	100.00			

Figura 17

Curva granulométrica del agregado fino

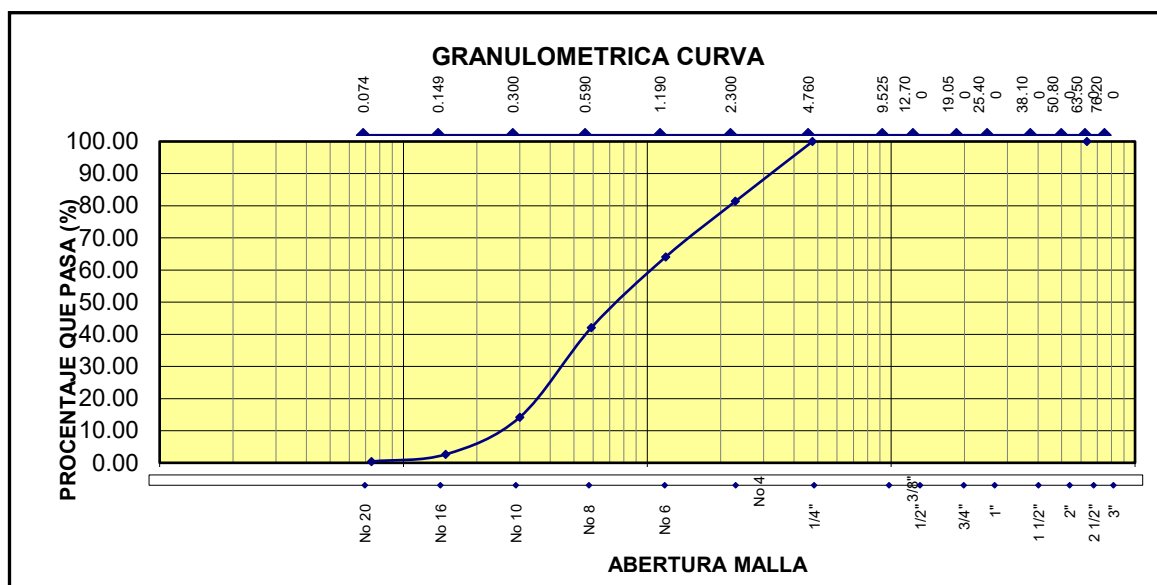


Tabla 6*Análisis de las características físicas del agregado*

Físicos aspectos	Agg Grueso	Agregado Fino
P.e SSS	2.54	2.56
P.U Varillado	1.70	1.74
P.U. Suelto	1.57	1.65
% de Absorción	2.77	3.57
% de Humedad	1.20	2.10
Módulo de fineza	7.96	2.96

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

4.2 RESULTADO DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

Tabla 7*Prueba de los Ángeles resistencia al desgaste de los agregados.*

Tipo de agregado	Peso seco inicial de la muestra (gr)	Peso del material que pasa el Tamiz N° 12 (gr)	Porcentaje de Perdida (%)	Requisitos (%)	Observaciones
ANG	5000	1182	23.65	< 50	Cumple
ARG	5000	895	17.87	< 50	Cumple

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

En la tabla 7, el ensayo de resistencia al desgaste de los agregados grueso normal muestra un desgaste del 23,85 %, inferior al 50 %. Esto cumple con la Norma Técnica Peruana 400.037 y produce concreto con una $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

4.3 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DURABILIDAD

Tabla 8*Resultados de la prueba de durabilidad*

Pasante de mallas	Retenido en mallas	Escalonado del espécimen original	Peso de las fracciones antes del ensayo	%de pérdida del ensayo	% de perdida corregidas	Observaciones
11/2"	1"	36.80	1100.00	7.42	2.73	Si cumple
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	39.60	9000.00	9.32	3.69	
1/2"	3/8"					
3/8"	N°4	23.60	580.00	10.32	2.44	
TOTALES		100.00			8.86	

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

La Tabla 8, muestra que las soluciones de sal o sulfato de magnesio debilitaron el agregado grueso convencional después de la prueba de durabilidad. Esto provocó una pérdida del 8,86 %, lo que cumple con la NTP400.037, lo que permite el desarrollo de hormigón con una $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

4.3.1 Dosificación del diseño de mezcla para un concreto de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 9

Dosis del modelo de mezcla del concreto 210kg/cm² para 1 m³

Agregados	Dosis en peso seco (kg/m ³)	Dosis en volumen (1m ³)
Cemento	372	372
Agua	204	209
Agregado Grueso	968	890
Agregado Fino	671	692
Aire	2%	2%

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

La Tabla 9, muestra la dosis de la combinación para mayor comodidad. El modelo de la combinación incluye un aditivo inclusor de aire de hasta el 2 %, aunque en la ciudad de Juliaca se encuentra a 3824 msnm, cuando la norma exige que las adiciones se evalúen a 3000 metros. El uso del diseño de la mezcla lo demuestra.

Tabla 10

Dosis para 1 bolsa de cemento.

Agregado	Dosificación (Kg/saco)
Cemento	42.50 (1bls)
Efectiva Agua	84.96
Agregado Húmedo Grueso	85.81
Agregado Húmedo Fino	24.48

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

Para una bolsa de cemento, la Tabla 10, muestra la dosificación húmeda en kg.

4.4 CONCRETO DE $f'_c=210$ kg/cm² CON PROPORCIONES DE VM y RA

La tabla siguiente muestra los resultados obtenidos de las resistencias a la compresión del concreto patrón para ser comparadas con las del concreto elaborado con la adición de vidrio molido y residuos de acero, estos para diferentes proporciones, analizadas en periodos de tiempo hasta alcanzar su máxima resistencia mecánica.

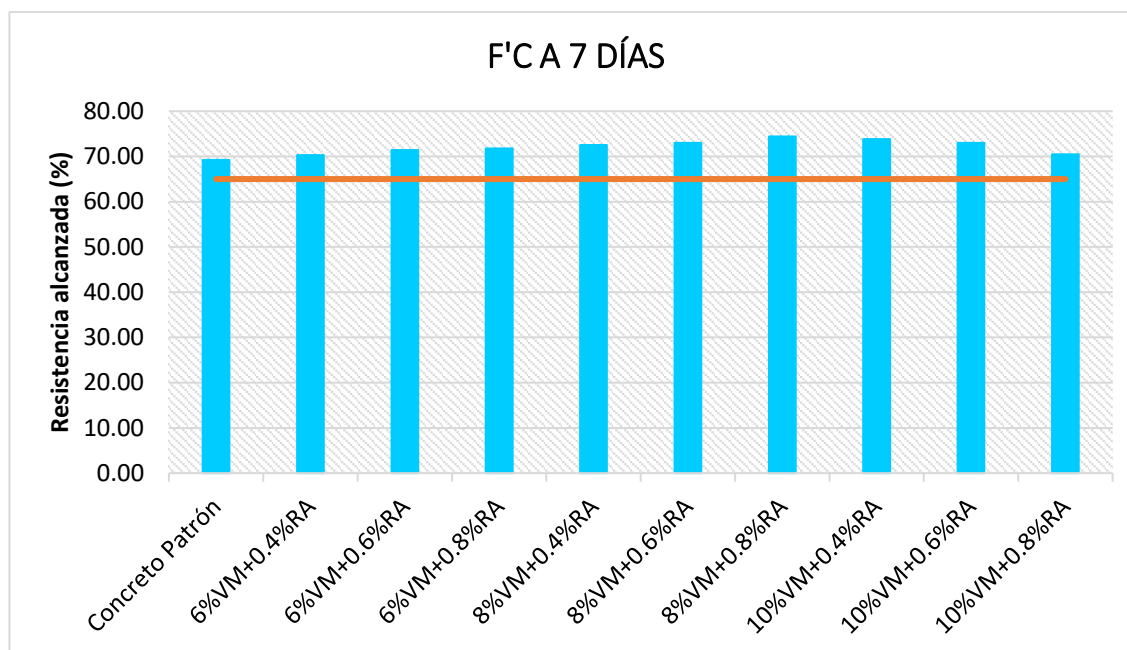
Tabla 11

F'c a un periodo de 1 semana de curado

Muestra	Briq. - 1	Briq. - 2	Briq. - 3	R.C. Promedio (Kg/cm ²)	Resistencia requerida (%)	Resistencia alcanzada (%)
Concreto Patrón	145.00	147.00	144.00	145.33		69.21
6%VM+0.4%RA	146.00	152.00	145.00	147.68		70.32
6%VM+0.6%RA	148.00	152.00	150.00	150.01		71.43
6%VM+0.8%RA	152.00	152.00	148.00	150.68		71.75
8%VM+0.4%RA	153.00	153.00	151.00	152.33	65%	72.54
8%VM+0.6%RA	153.00	153.00	154.00	153.33		73.02
8%VM+0.8%RA	157.00	159.00	153.00	156.33		74.44
10%VM+0.4%RA	156.00	152.00	157.00	155.00		73.81
10%VM+0.6%RA	154.00	152.00	154.00	153.33		73.02
10%VM+0.8%RA	151.00	147.00	146.00	148.00		70.48

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

La Tabla 11 muestra la F'_c del concreto con diferentes % de vidrio molido (VM) y residuos de acero tras 1 semana de curado. Tras añadir un 6 % de VM y un 0,4 % de RA, el concreto alcanzó una F'_c media de 145,33 kg/cm², que aumentó a 147,67 kg/cm². La resistencia observada fue de 150,00 kg/cm² con una cantidad relativa de 6 % de GM y 0,8 % de RA. Las mediciones de resistencia fueron: 150,67 kg/cm² para 0,4 % RA + 8 % VM, 152,33 kg/cm² para 8 % VM + 0,6 % RA y 153,34 kg/cm² para 0,8 % RA + 8 % VM, lo que produce 156,34 kg/cm² para 0,4 % RA + 10 % VM, 0,6 % RA + 155,00 kg/cm² para 10 % VM y 153,34 kg/cm². Con diferentes dosis, la F'_c aumentó significativamente, superando la del concreto de control sin aditivos.

Figura 18*Concreto patrón Vs resistencia del concreto alcanzada a 1 semana de curado*

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

Tras una semana de curado, el concreto alcanzó una $F'c$ del 69,21 %, superior al 65% requerido para un diseño de 210 kg/cm² con una dosis de 6 % VM + 0,4 % (figura 19). La resistencia fue del 70,32 % con 6 % de VM + 0. Con 6 % de AR, fue del 71,43 %; con 6 % de VM más 0,8 % de AR, del 71,75 %; y con 8 % de VM más 0,4 % de AR, del 72,54 %. Con 8 % de VM + 0,73,02 % con 6 % de AR, la cifra fue del 74,44 % con 8 % de AR y del 73,81 % con 10 % de VM + 0,4 % de AR. La cifra fue del 73,02 % con 6 % de AR y 0 con 10 % de VM. Durante un período de recuperación de 7 días, todas las dosis superaron el umbral de resistencia del 8 % (70,48 %). Lo que indica que la adición de vidrio molido y residuos de acero en proporciones ideales logra incrementar la resistencia mecánica del concreto. De lo observado se pudo analizar la evolución en el tiempo del fraguado donde el concreto con la adición de vidrio molido y residuos de acero tiene un incremento de manera proporcional en comparación a la evolución del concreto convencional, logrando en ambos casos alcanzar su máxima resistencia a los 28 días.

Tabla 12

F'c a un periodo de 2 semanas de curado

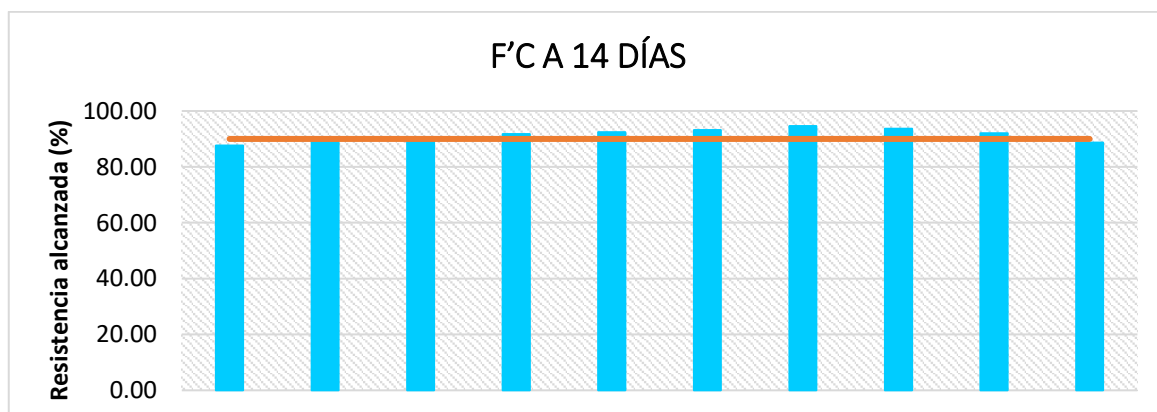
Muestra	Briq. 1	Briq. 2	Briq. 3	R.C. Promedio (KG/cm ²)	Requerida Resistencia (%)	Alcanzada Resistencia (%)
Concreto Patrón	187	183	182.00	184.00		87.62
10%VM+0.8%RA	180	192	187.00	186.33		88.73
10%VM+0.6%RA	191	193	196.00	193.33		92.06
10%VM+0.4%RA	195	200	195.00	196.67		93.65
8%VM+0.8%RA	199	199	198.00	198.67	90%	94.60
8%VM+0.6%RA	198	198	191.00	195.67		93.17
8%VM+0.4%RA	193	194	195.00	194.00		92.38
6%VM+0.8%RA	193	193	192.00	192.67		91.75
6%VM+0.6%RA	187	191	189.00	189.00		90.00
6%VM+0.4%RA	188	187	185.00	186.67		88.89

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

La tabla 12, muestra la F'c, curado durante 14 días con diferentes cantidades de vidrio molido (VM) y residuos de acero. El concreto tuvo una F'c media de 184,00kg/cm², que aumentó a 186,67 Kg/Cm² con 6% VM y 0,4% RA. La reportada resistencia fue de 189,00 kg/cm², con 0,8% RA y 6% VM. Resistencia mecánica: 192,67 kg/cm² para 0,4% RA+ 8% VM, 194,00 kg/cm² para 0,6% RA+ 8% VM, 195,67 kg/cm² para 0,8% RA+ 8% VM, 198,67 kg/cm² para 0,4% RA+ 10% VM, 196,67 kg/cm² para 0,6% RA+ 10% VM, y 193,33 kg/cm² para 0,8% RA+ 10% VM. Con diferentes dosificaciones, la F'c aumentó más allá del concreto de control sin aditivos.

Figura 19

Concreto patrón Vs resistencia del concreto alcanzada a 2 semanas de curado



En la Figura 19, se muestra las variaciones de la $F'c$ después de 14 días de curado. El concreto tiene una resistencia del 87,62% después del 6% de VM+0, pero no lo suficiente para alcanzar el diseño al 90% para un concreto de 210 kg/cm². El 4% de RA fue un 88,89% demasiado alto, y el 6% de VM+0 lo excede. El 6% de VM+0 y el 6% de RA proporcionaron el 90% de la resistencia necesaria. Se lograron estos resultados. Con el 8% de RA y VM+0, se logró el 91,75%. Fue del 92,38%, 8% de VM+0 y 4% de RA. La cifra fue del 93,17%, 8% de VM+0 y 6% de RA. El resultado fue del 94,60%, 10% de VM+0 y 8% de RA. Con el 10% de VM+0 y 4% de RA, fue del 93,65%. 92,06 % de RA, 10 % de VM, 0. No se alcanzó la resistencia de RA del 88,73 %.

Tabla 13*F'c a un periodo de 4 semanas de curado*

Muestra	Briq.1	Briq.2	Briq.3	R.C. Promedio (KG/cm ²)	Requerida Resistencia (%)	Alcanzada Resistencia (%)
Concreto Patrón	211.00	211.00	210.00	210.67		100.32
0.4%RA+6%VM	215.00	214.00	213.00	214.00		101.90
0.6%RA+6%VM	215.00	215.00	217.00	215.67		102.70
0.8%RA+6%VM	218.00	222.00	214.00	218.00		103.81
8%VM+0.4%RA	220.00	226.00	221.00	222.33	99%	105.87
8%VM+0.6%RA	226.00	220.00	224.00	223.33		106.35
8%VM+0.8%RA	215.00	218.00	223.00	218.67		104.13
10%VM+0.4%RA	219.00	213.00	220.00	217.33		103.49
10%VM+0.6%RA	210.00	221.00	208.00	213.00		101.43
10%VM+0.8%RA	210.00	210.00	205.00	208.33		99.21

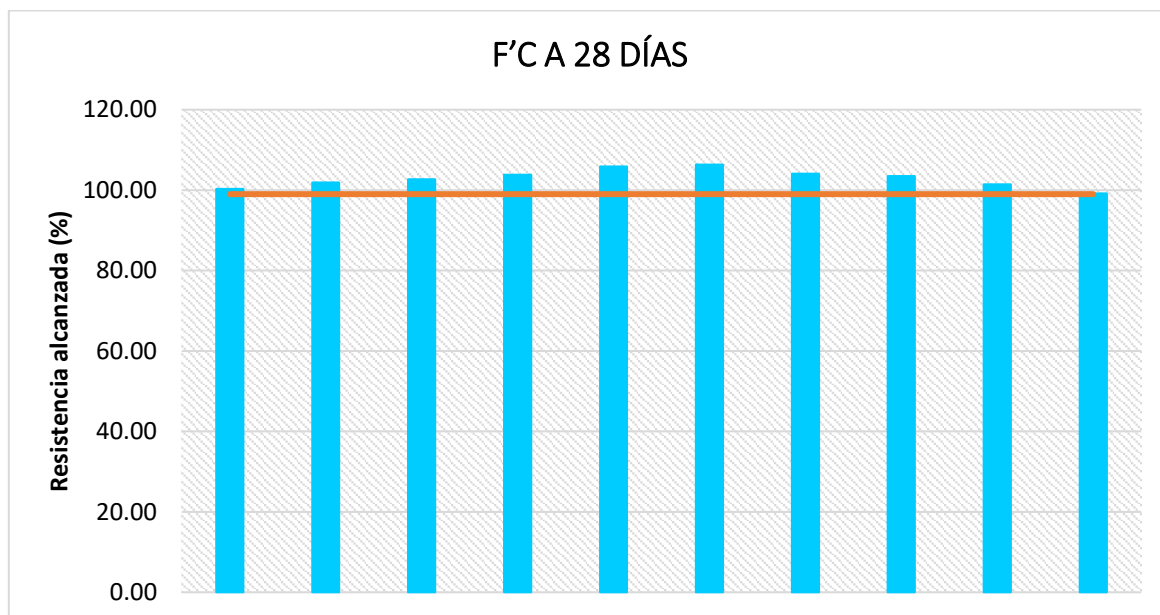
Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

La Tabla 13, ilustra la $F'c$ del concreto tras 4 semanas de curado con diferentes cantidades de vidrio molido (VM) y residuos de acero. La $F'c$, aumentó de 210,67 kg/cm² a 214,00 kg/cm² con 0,4 % de RA y 6 % de VM. La resistencia registrada fue de 215,67 kg/cm² con 0,8 % de RA y 6 % de VM. Resistencias medidas: 218,00kg/cm² para 0,4 % RA + 8 % VM, 222,33 Kg/cm² para 0,6 % RA + 8 % VM, 223,33 Kg/cm² para 0,8 % RA + 8 % VM,

218,67 Kg/cm² para 0,4 % RA + 10 % VM, 217,33 Kg/cm² para 0,6 % RA + 10 % VM y 213,00 kg. Las múltiples dosificaciones mejoraron la F[']c por encima del concreto de control sin aditivos.

Figura 20

Concreto patrón Vs resistencia alcanzada del concreto a las 4 semanas de curado



Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

Tras 4 semanas de curado con 6 % VM, el concreto alcanzó una F[']c del 100,32 %, superior al requisito mínimo del 99 % para un modelo de 210Kg/cm² (Figura 21). Con 6% de VM + 0, la resistencia al 4% de AR fue del 101,90%. Con 6% de AR y 6% de VM + 0, se obtuvo un 102,70%. Se alcanzó un 103,81% con 8% de AR y 0,4% de VM. 106,35% con 6% de AR y 8% de VM + 0. 104,13% con 8% de AR y 10% de VM, y 0,103,49% con 4% de AR y 10% de VM, y 0,101,43% con 6% de AR y 10% de VM + 0. Después de 28 días, todas las dosis superaron los niveles necesarios con un 99,21% de resistencia y un 8% de AR. Como se puede apreciar en la figura el incremento de la resistencia mecánica del concreto con la adición de vidrio molido y residuos de acero llega a alcanzar el 99% de la resistencia a la compresión lo que indica que tiene una evolución normal.

Tabla 14

Variación de la $F'c$ en periodos de curado a la 1ra., 2da. y 4ta. semana

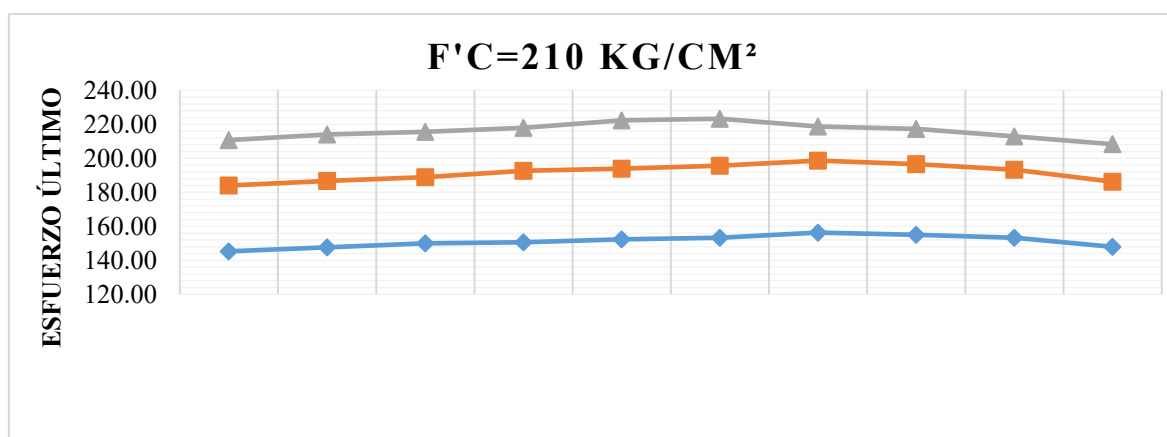
Muestras dosificaciones	7 días	Variación (%)	14 días	Variación (%)	28 días	Variación (%)
CP	145.33	0.00	184.00	0.00	210.67	0.00
6%VM+0.4%RA	147.67	1.61	186.67	1.45	214.00	1.58
6%VM+0.6%RA	150.00	3.21	189.00	2.72	215.67	2.37
6%VM+0.8%RA	150.67	3.67	192.67	4.71	218.00	3.48
0.4%RA+8%VM	152.33	4.82	194.00	5.43	222.33	5.54
0.6%RA+8%VM	153.33	5.50	195.67	6.34	223.33	6.01
0.8%RA+8%VM	156.33	7.57	198.67	7.97	218.67	3.80
10%VM+0.4%RA	155.00	6.65	196.67	6.88	217.33	3.16
10%VM+0.6%RA	153.33	5.50	193.33	5.07	213.00	1.11
10%VM+0.8%RA	148.00	1.83	186.33	1.27	208.33	-1.11

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

La Tabla 14, muestra que la adición de 6% de VM+0 al concreto produjo una $F'c$ de 210.67 Kg/cm² luego de 4 semanas de curado, lo que permitió analizar las variaciones en diferentes intervalos de curado. La $F'c$ de la base del concreto excedió el 1.58% con 6% de VM+0, 4% de RA. 6.0 VM, 0.8%, 2.37% de RA. 8 VM+0, 3.48% de RA. 4% de RA es 5.54% en 8% de VM+0. 6% de RA = 6.01% en 8% de VM+0. El 8% de RA es 3.80% y VM 10%. Un 10% de VM+0 y 4% de RA al 3.16%. Usamos 10% de VM+0 y 6% de RA al 1.11%. La resistencia fue 1.11% menor que el concreto al 8% de RA.

Figura 21

Resultados de la $F'c$ a las 1, 2 y 4 semana de curado.



La figura 21, muestra una línea de tendencia que compara las resistencias a la 1, 2 y 4 semana del curado. La resistencia del vidrio en polvo aumenta con la dosis. Sin embargo, la F'_c disminuye a un nivel no inferior al del concreto sin añadir vidrio molido. Por lo tanto, la dosis de 8 % VM/0,6%RA fue la más eficaz, proporcionando una mayor resistencia.

4.5 Rm DEL HORMIGÓN $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

El siguiente cuadro muestra los resultados de la prueba de Rm para concreto convencional con diferentes % de vidrio molido (VM) y residuos de acero (RA):

Tabla 15

Resistencia a la tracción del concreto curado a un periodo de 4 semanas

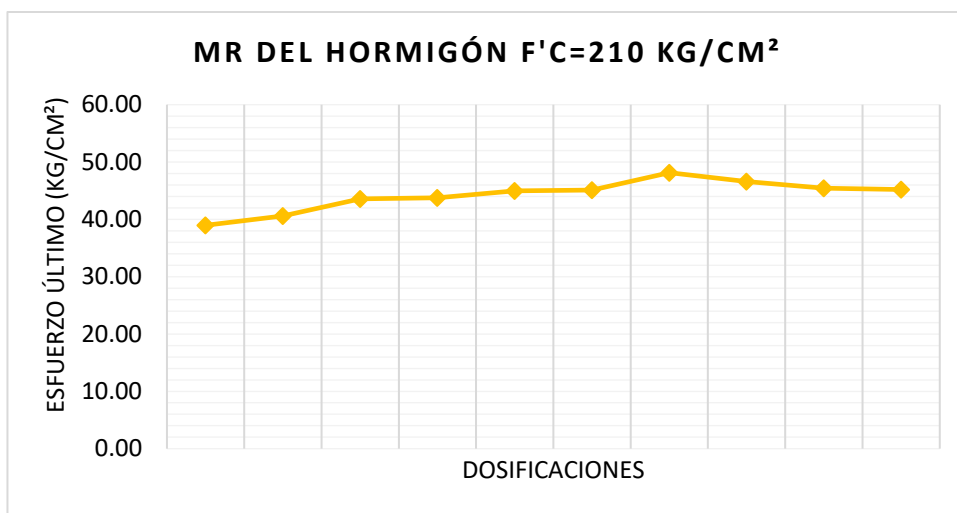
Muestra	Briq.1	Briq.2	Briq.3	R.T. Promedio (KG/cm ²)	variación (%)
CP	39.50	38.50	38.89	38.96	0.00
0.4%RA+6%VM	40.52	40.51	40.74	40.59	4.17
0.6%RA+6%VM	44.21	44.25	42.27	43.58	11.84
0.8%RA+6%VM	43.82	42.38	45.10	43.77	12.33
0.4%RA+8%VM	44.90	44.69	45.26	44.95	15.36
0.6%RA+8%VM	44.21	45.42	45.65	45.09	15.73
0.8%RA+8%VM	47.13	47.63	49.66	48.14	23.55
10%VM+0.4%RA	45.94	45.70	48.16	46.60	19.60
10%VM+0.6%RA	43.95	44.74	47.58	45.42	16.58
10%VM+0.8%RA	45.69	47.52	42.40	45.20	16.02

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

Después de 28 días, la adición de 6 % VM+0 resultó en una resistencia del hormigón de 38,96 kg/cm², como se visualiza en el cuadro 18. Este cuadro muestra la variación de la Rm. Con 6 % VM+0, el 4 % RA tiene una resistencia a la tracción un 4,17 % mayor que la de la losa de hormigón. 6 % VM+0 accesible, 11,84 % RA. Con 8 % VM + 0,8 % RA = 12,33 %. El 4% de RA al 15,36% y el 8% de VM + 0,6% de RA al 15,73% fueron contemporáneos. La RA es del 8% al 23,55%, VM+0 al 10%. El 4% de RA al 19,60%, el VM+0 base al 10%. El 10% de VM + 0 y el 6% de RA al 16,58% completan el cálculo. La resistencia óptima se alcanza con un 8% de VM y un 0,8% de RA al 16,02% en relación con la base de concreto.

Figura 22

Desviación de los resultados de la Rm curados luego de 4 semanas



Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

La figura 22, utiliza una línea de tendencia para mostrar la Rm del concreto tras 4 semanas de curado con diferentes cantidades de vidrio molido (VM) y residuos de acero. El concreto ordinario presentó una Rm media de 38,96 kg/cm², pero la adición de un 6% de VM y un 0,4% de RA aumentó la resistencia a 40,59 kg/cm². Al 6% de AR, la resistencia fue de 43,58Kg/cm² con seis% de VM + 0. Al 8% de AR, la resistencia fue de 43,77 kg/cm² con 8% de VM + 0. Al 4% de AR, la resistencia fue de 44,95 kg/cm² y al 8% de VM + 0. La resistencia fue de 45,09 kg/cm² con 6% de AR, 48,14 kg/cm² con 8% de VM y 46,60 kg/cm² con 10% de VM con 0,4% de AR. Con dosis crecientes de VM y AR, la Rm subió de 45,42 kg/cm² a 45,20 kg/cm², superando al concreto de control sin aditivos.

4.6 MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO f'_c=210kg/cm²

Los resultados hallados de las pruebas muestran los valores siguientes de Rm. A continuación, se observa en la siguiente tabla el módulo de elasticidad del concreto con la adición de vidrio molido y residuos de acero comparados con el módulo elástico del concreto convencional.

Tabla 16

Modulo elástico del concreto curado a un periodo de 4 semanas

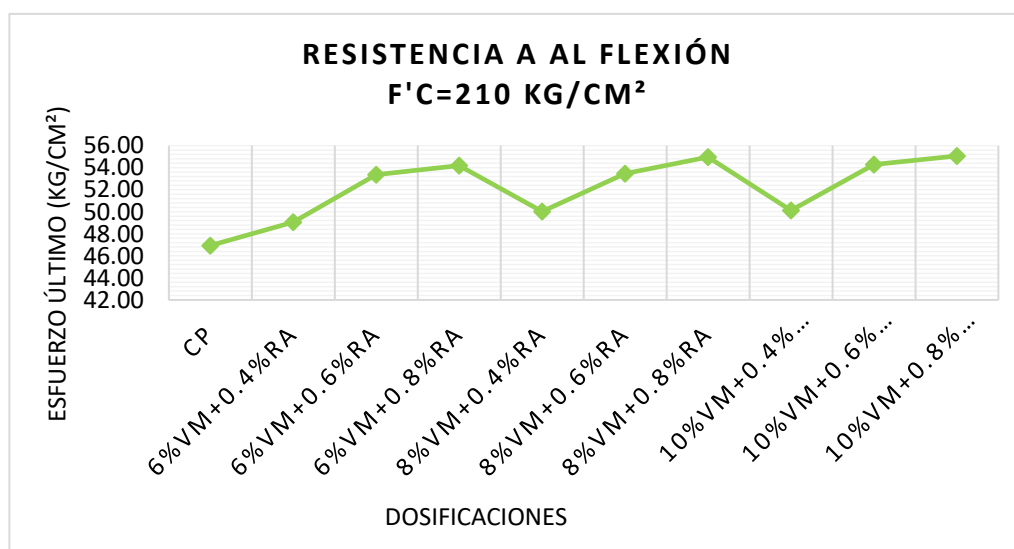
Muestra	Briq. 1	Briq. 2	Briq. 3	R.F. Promedio (KG/cm ²)	variación (%)
CP	47.34	47.03	46.44	46.94	100.00
6%VM+0.4%RA	49.32	48.78	49.10	49.07	104.54
6%VM+0.6%RA	53.46	53.78	52.83	53.36	113.68
6%VM+0.8%RA	53.96	54.14	54.50	54.20	115.47
8%VM+0.4%RA	50.04	49.59	50.45	50.03	106.58
8%VM+0.6%RA	53.64	53.33	53.42	53.46	113.91
%VM+0.8%RA	54.95	54.86	55.08	54.96	117.10
10%VM+0.4%RA	50.22	50.45	49.73	50.13	106.81
10%VM+0.6%RA	53.96	54.50	54.41	54.29	115.67
10%VM+0.8%RA	55.17	55.53	54.50	55.07	117.32

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

La Tabla 16, muestra que la adición de 6 % de VM y 0,4 % de RA al concreto resultó en un módulo elástico de 46,94 kg/cm² luego de 4 semanas. Esta resistencia superó la línea base del hormigón en un 4,54 %, con 6 % de VM y 0,6 % de RA, obteniendo valores de 13,68 %, 15,47 %, 6,58 %, 13,91 %, 17,10 %, 6,81 %, 15,67 % y 17,37 %, respectivamente. Formulación robusta de 8 % de VM/0,8 % de RA.

Figura 23

Módulo elástico para diferentes concentraciones curados durante 4 semanas



Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

La Figura 23 ilustra el módulo elástico del concreto luego de 4 semanas de curado con diferentes concentraciones de VMR y residuos de acero. La adición de 6 % de VM+0 al hormigón produjo un módulo elástico promedio de 46,94 kg/cm². Utilizando ambos porcentajes en la prueba. La resistencia fue de 49,07 kg/cm² con una concentración de 4 % de RA/6 % de VM+0. Con una concentración de 6 % de RA, la resistencia fue de 53,36 kg/cm² y VM+0. Se registró una resistencia de 54,20 kg/cm² con una concentración de 8% de RA, comparable a la de 8 % de VM+0. La resistencia con una concentración de 4% de RA fue de 50,03 kg/cm², mientras que con una concentración de 8% de VM+0 se obtuvo el mismo resultado. Se observó una resistencia de 53,46 kg/cm² con una concentración de 8 % de VM y 0,8 % de RA, mientras que con una concentración de 10 % de VM y 0 % de RA se observó una baja resistencia.

Con una concentración de 4 % de RA, el resultado fue de 50,13 kg/cm² con una concentración de 10 % de VM y 0 % de RA. La resistencia se midió en 54,29 kg/cm², un 10 % por debajo de cero. Las dosis aumentaron y disminuyeron el módulo elástico, aunque todas superaron el patrón del hormigón. La muestra con 8% de AR presentó una resistencia de 55,07 kg/cm².

4.7 CONSISTENCIAS DE LOS ESPECÍMENES - PRUEBA DE SLUM

Tabla 17

Consistencia del concreto normal Vs concretos con adiciones.

Prueba	Asentamiento (cm)	Observaciones
MD1: 0.4%RA+6%VM	2.90	seca
MD2: 0.6%RA+6%VM	3.20	seca
MD3: 0.8%RA+6%VM	3.00	seca
MD4: 0.4%RA+8%VM	3.00	seca
MD5: 0.6%RA+8%VM	2.70	seca
MD6: 0.8%RA+8%VM	2.80	seca
MD7: 0.4%RA+10%VM	3.20	seca
MD8: 0.6%RA+10%VM	3.10	seca
MD9: 0.8%RA+10%VM	3.00	seca

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

La Tabla 17, revela que la sustitución del concreto con AR y VMR no mejora la uniformidad, lo que indica grandes desviaciones. La consistencia seca de la mezcla de concreto cumple con el rango de SLUPM de los diseños propuestos de 2,90 a 3,20cm.

4.8 CONTRASTACION DE LA HIPÓTESIS

HE1: El concreto con $f'c=210$ kg/cm², se ve influenciada fuertemente por el empleo de los residuos de acero y residuos de vidrio triturado.

4.8.1 Ensayo de normalidad – $f'c$

Tabla 18

Ensayo de normalidad para los valores de $f'c$

	Suma de molido vidrio y acero residual	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
F'c a 28 días	0%VM+0%RA	.750	3	.000
	6%VM+0.4%RA	1.000	3	1.000
	6%VM+0.6%RA	.750	3	.000
	6%VM+0.8%RA	1.000	3	1.000
	0.4%RA+8%VM	.871	3	.298
	0.6%RA+8%VM	.964	3	.637
	0.8%RA+8%VM	.980	3	.726
	10%VM+0.4%RA	.855	3	.253
	10%VM+0.6%RA	.862	3	.274
	10%VM+0.8%RA	.750	3	.000

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

La tabla 18, señala los resultados del ensayo de normalidad de Shapiro-Wilk para diversas dosificaciones de concreto para determinar la $F'c$. La gran parte de los valores p superan 0,05, el nivel de confianza del 95 %. Podemos concluir que los datos son típicos. Con base en el número de grupos, utilizaremos estadísticas paramétricas, en particular la prueba ANOVA de una vía, para un análisis más exhaustivo.

4.9 EVALUACIÓN DE VARIANZA ANOVA DE UN COEF – F'C

Tabla 19

Ensayo de similitud de varianzas para la F'c

Ensayo de similitud de varianzas F'c a 4 sem			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
2.745	9	20	.029

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

Tabla 20

Ensayo de Anova de un coeficiente para los valores de F'c

ANOVA F'c a 4 sem					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	620.801	9	68.977	5.460	.001
Dentro de grupos	252.668	20	12.632		
Total	873.468	29			

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

Tabla 21

Ensayo post hoc para los valores de F'c

(I) Suma de molido vidrio y aceros residuales	(J) Suma de molido vidrio y aceros residuales	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%VM+0%RA	0.4%RA+6%VM	-3.33333	.972
	0.6%RA+6%VM	-5.00000	.771
	0.8%RA+6%VM	-7.33333	.312
	0.4%RA+8%VM	-11.66667*	.018
	0.6%RA+8%VM	-12.66667*	.009
	0.8%RA+8%VM	-8.00000	.217
	0.4%RA+10%VM	-6.66667	.431
	0.6%RA+10%VM	-2.33333	.998
	0.8%RA+10%VM	2.33333	.998
	0%VM+0%RA	3.33333	.972
6%VM+0.4%RA	0.6%RA+6%VM	-1.66667	1.000
	0.8%RA+6%VM	-4.00000	.920
	0.4%RA+8%VM	-8.33333	.178
	0.6%RA+8%VM	-9.33333	.095
	0.8%RA+8%VM	-4.66667	.830
	0.4%RA+10%VM	-3.33333	.972
	0.6%RA+10%VM	1.00000	1.000
	0.8%RA+10%VM	5.66667	.637



	0%VM+0%RA	5.00000	.771
	0.4%RA+6%VM	1.66667	1.000
	0.8%RA+6%VM	-2.33333	.998
	0.4%RA+8%VM	-6.66667	.431
6%VM+0.6%RA	0.6%RA+8%VM	-7.66667	.261
	0.8%RA+8%VM	-3.00000	.986
	0.4%RA+10%VM	-1.66667	1.000
	0.6%RA+10%VM	2.66667	.994
	0.8%RA+10%VM	7.33333	.312
	0%VM+0%RA	7.33333	.312
	0.4%RA+6%VM	4.00000	.920
	0.6%RA+6%VM	2.33333	.998
	0.4%RA+8%VM	-4.33333	.880
6%VM+0.8%RA	0.6%RA+8%VM	-5.33333	.706
	0.8%RA+8%VM	-.66667	1.000
	0.4%RA+10%VM	.66667	1.000
	0.6%RA+10%VM	5.00000	.771
	0.8%RA+10%VM	9.66667	.076
	0%VM+0%RA	11.66667*	.018
	0.4%RA+6%VM	8.33333	.178
	0.6%RA+6%VM	6.66667	.431
	0.8%RA+6%VM	4.33333	.880
8%VM+0.4%RA	0.6%RA+8%VM	-1.00000	1.000
	0.8%RA+8%VM	3.66667	.951
	0.4%RA+10%VM	5.00000	.771
	0.6%RA+10%VM	9.33333	.095
	0.8%RA+10%VM	14.00000*	.003
	0%VM+0%RA	12.66667*	.009
	0.4%RA+6%VM	9.33333	.095
	0.6%RA+6%VM	7.66667	.261
	0.8%RA+6%VM	5.33333	.706
8%VM+0.6%RA	0.4%RA+8%VM	1.00000	1.000
	0.8%RA+8%VM	4.66667	.830
	0.4%RA+10%VM	6.00000	.567
	0.6%RA+10%VM	10.33333*	.048
	0.8%RA+10%VM	15.00000*	.002
	0%VM+0%RA	8.00000	.217
	0.4%RA+6%VM	4.66667	.830
	0.6%RA+6%VM	3.00000	.986
	0.8%RA+6%VM	.66667	1.000
8%VM+0.8%RA	0.4%RA+8%VM	-3.66667	.951
	0.6%RA+8%VM	-4.66667	.830
	0.4%RA+10%VM	1.33333	1.000
	0.6%RA+10%VM	5.66667	.637
	0.8%RA+10%VM	10.33333*	.048
	0%VM+0%RA	6.66667	.431
	0.4%RA+6%VM	3.33333	.972
	0.6%RA+6%VM	1.66667	1.000
	0.8%RA+6%VM	-.66667	1.000
10%VM+0.4%RA	0.4%RA+8%VM	-5.00000	.771
	0.6%RA+8%VM	-6.00000	.567
	0.8%RA+8%VM	-1.33333	1.000
	0.6%RA+10%VM	4.33333	.880
	0.8%RA+10%VM	9.00000	.118
10%VM+0.6%RA	0%VM+0%RA	2.33333	.998

	0.4%RA+6%VM	-1.00000	1.000
	0.6%RA+6%VM	-2.66667	.994
	0.8%RA+6%VM	-5.00000	.771
	0.4%RA+8%VM	-9.33333	.095
	0.6%RA+8%VM	-10.33333*	.048
	0.8%RA+8%VM	-5.66667	.637
	0.4%RA+10%VM	-4.33333	.880
	0.8%RA+10%VM	4.66667	.830
	0%VM+0%RA	-2.33333	.998
	0.6%RA+10%VM	-4.66667	.830
	0.4%RA+10%VM	-9.00000	.118
	0.8%RA+8%VM	-10.33333*	.048
10%VM+0.8%RA	0.6%RA+8%VM	-15.00000*	.002
	0.4%RA+8%VM	-14.00000*	.003
	0.8%RA+6%VM	-9.66667	.076
	0.6%RA+6%VM	-7.33333	.312
	0.4%RA+6%VM	-5.66667	.637

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

En la Tabla 21, el valor p es de 0,029, por debajo del umbral de significancia de 0,05. Por lo tanto, apoyamos la hipótesis estadística alternativa de homogeneidad en sus cambios. Las estadísticas de Levene muestran homogeneidad de varianza en la tabla.

El ANOVA de una vía se visualiza en el cuadro 21. El valor p de esta prueba es de 0,001, por debajo del límite de significancia. Por lo tanto, apoyamos la hipótesis estadística alternativa de que las medias de los grupos difieren. Diferentes proporciones de vidrio triturado y residuos de acero afectan la F'c. La alternativa no es este procedimiento. Se observa una diferencia media de -12,67 entre el concreto estándar y la dosificación de 0,6% de RA+8% de VM, que es mayor para las demás dosis. El ensayo post hoc de Tukey del cuadro 34 muestra las discrepancias. Los resultados indican que la dosis es el elemento más importante en la integración del polvo de vidrio molido y los residuos de acero.

HE2: La adición de residuos de acero y vidrio molido reciclado al concreto con una f'c de 210 kg/cm² modifica drásticamente su resistencia a la tracción.

4.9.1 *R_m – Ensayo de normalidad*

Tabla 22

Ensayo de normalidad para los valores de R_m

	Suma de molido vidrio y acero residual	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la tracción a 28 días	0%VM+0%RA	.984	3	.759
	0.4%RA+6%VM	.783	3	.073
	0.6%RA+6%VM	.765	3	.034
	0.8%RA+6%VM	.999	3	.935
	0.4%RA+8%VM	.977	3	.712
	0.6%RA+8%VM	.866	3	.285
	0.8%RA+8%VM	.891	3	.358
	0.4%RA+10%VM	.822	3	.169
	0.6%RA+10%VM	.904	3	.398
	0.8%RA+10%VM	.974	3	.688

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

Los resultados del ensayo de normalidad de Shapiro-Wilk para R_m del concreto a diversas dosis (Tabla 22) muestran una distribución normal. El número de grupos se contabilizará mediante estadísticas paramétricas, como la prueba ANOVA de una vía. Un grado de confianza del 95 % arroja valores p mayoritariamente superiores a 0,05, el umbral de relevancia.

4.9.2 *Evaluación de varianza ANOVA de un coeficiente – R_m*

Tabla 23

Ensayo de similitud de varianzas para la R_m

Ensayo de similitud de varianzas R _m a las 4 sem			
Estadístico de Levene	df-1	df-2	Sig.
2.699	9	20	.031

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.



Tabla 24

Ensayo de Anova de un coeficiente para los valores de Rm

ANOVA - Rm a 4 sem					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	198.507	9	22.056	12.189	.000
Dentro de grupos	36.191	20	1.810		
Total	234.699	29			

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

Tabla 25

Ensayo post hoc para los datos de resistencia a la tracción

(I) Suma de molido vidrio y acero residual	(J) Suma de molido vidrio y acero residual	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%VM+0%RA	0.8%RA+10%VM	-6.24000*	.000
	0.6%RA+10%VM	-6.46000*	.000
	0.4%RA+10%VM	-7.63667*	.000
	0.8%RA+8%VM	-9.17667*	.000
	0.6%RA+8%VM	-6.13000*	.001
	0.4%RA+8%VM	-5.98667*	.001
	0.8%RA+6%VM	-4.80333*	.009
	0.6%RA+6%VM	-4.61333*	.013
	0.4%RA+6%VM	-1.62667	.885
	0%VM+0%RA	1.62667	.885
0.4%RA+6%VM	0.6%RA+6%VM	-2.98667	.231
	0.8%RA+6%VM	-3.17667	.172
	0.4%RA+8%VM	-4.36000*	.021
	0.6%RA+8%VM	-4.50333*	.016
	0.8%RA+8%VM	-7.55000*	.000
	0.4%RA+10%VM	-6.01000*	.001
	0.6%RA+10%VM	-4.83333*	.008
	0.8%RA+10%VM	-4.61333*	.013
	0%VM+0%RA	4.61333*	.013
	0.4%RA+6%VM	2.98667	.231
0.6%RA+6%VM	0.8%RA+6%VM	-1.19000	1.000
	0.4%RA+8%VM	-1.37333	.954
	0.6%RA+8%VM	-1.51667	.920
	0.8%RA+8%VM	-4.56333*	.014
	0.4%RA+10%VM	-3.02333	.218
	0.6%RA+10%VM	-1.84667	.793
	0.8%RA+10%VM	-1.62667	.885
	0%VM+0%RA	4.80333*	.009
	0.4%RA+6%VM	3.17667	.172
	0.6%RA+6%VM	.19000	1.000



	0.4%RA+8%VM	-1.18333	.982
	0.6%RA+8%VM	-1.32667	.962
	0.8%RA+8%VM	-4.37333*	.020
	0.4%RA+10%VM	-2.83333	.288
	0.6%RA+10%VM	-1.65667	.874
	0.8%RA+10%VM	-1.43667	.940
	0%VM+0%RA	5.98667*	.001
	0.4%RA+6%VM	4.36000*	.021
	0.6%RA+6%VM	1.37333	.954
	0.8%RA+6%VM	1.18333	.982
0.4%RA+8%VM	0.6%RA+8%VM	-.14333	1.000
	0.8%RA+8%VM	-3.19000	.168
	0.4%RA+10%VM	-1.65000	.876
	0.6%RA+10%VM	-.47333	1.000
	0.8%RA+10%VM	-.25333	1.000
	0%VM+0%RA	6.13000*	.001
	0.4%RA+6%VM	4.50333*	.016
	0.6%RA+6%VM	1.51667	.920
	0.8%RA+6%VM	1.32667	.962
0.6%RA+8%VM	0.4%RA+8%VM	.14333	1.000
	0.8%RA+8%VM	-3.04667	.211
	0.4%RA+10%VM	-1.50667	.922
	0.6%RA+10%VM	-.33000	1.000
	0.8%RA+10%VM	-.11000	1.000
	0%VM+0%RA	9.17667*	.000
	0.4%RA+6%VM	7.55000*	.000
	0.6%RA+6%VM	4.56333*	.014
	0.8%RA+6%VM	4.37333*	.020
0.8%RA+8%VM	0.4%RA+8%VM	3.19000	.168
	0.6%RA+8%VM	3.04667	.211
	0.4%RA+10%VM	1.54000	.913
	0.6%RA+10%VM	2.71667	.338
	0.8%RA+10%VM	2.93667	.248
	0%VM+0%RA	7.63667*	.000
	0.4%RA+6%VM	6.01000*	.001
	0.6%RA+6%VM	3.02333	.218
	0.8%RA+6%VM	2.83333	.288
0.4%RA+10%VM	0.4%RA+8%VM	1.65000	.876
	0.6%RA+8%VM	1.50667	.922
	0.8%RA+8%VM	-1.54000	.913
	0.6%RA+10%VM	1.17667	.982
	0.8%RA+10%VM	1.39667	.949
0.6%RA+10%VM	0%VM+0%RA	6.46000*	.000
	0.4%RA+6%VM	4.83333*	.008

	0.6%RA+6%VM	1.84667	.793
	0.8%RA+6%VM	1.65667	.874
	0.4%RA+8%VM	.47333	1.000
	0.6%RA+8%VM	.33000	1.000
	0.8%RA+8%VM	-2.71667	.338
	0.4%RA+10%VM	-1.17667	.982
	0.8%RA+10%VM	.22000	1.000
	0%VM+0%RA	6.24000*	.000
	0.6%RA+10%VM	-.22000	1.000
	0.4%RA+10%VM	-1.39667	.949
	0.8%RA+8%VM	-2.93667	.248
0.8%RA+10%VM	0.6%RA+8%VM	.11000	1.000
	0.4%RA+8%VM	.25333	1.000
	0.8%RA+6%VM	1.43667	.940
	0.6%RA+6%VM	1.62667	.885
	0.4%RA+6%VM	4.61333*	.013

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

El valor p de la Tabla 24 es de 0,031, por debajo del criterio de significancia de 0,05.

Por lo tanto, apoyamos la hipótesis estadística alternativa de homogeneidad en sus cambios. Las estadísticas de Levene muestran homogeneidad de varianza en el cuadro.

El cuadro 24 muestra el ANOVA de una vía. El valor p de esta prueba es de 0,000, por debajo del umbral de significancia esperado. Por lo tanto, apoyamos la hipótesis estadística alternativa de que las medias de los grupos difieren. Las dos técnicas difieren en que el vidrio esmerilado y los restos de acero afectan la Rm del concreto en distintos grados.

El cuadro 26 muestra la prueba post hoc de Tukey. Este examen ilustra las distinciones. La norma de concreto muestra una diferencia media de -9,177 con un 8 % de material mineral y un 0,8 % de material de referencia. Dado que estudios demuestran que el vidrio en polvo y los residuos de acero tienen el mayor impacto, esta dosis es superior a las demás.

HE3: El empleo de residuos de acero y residuos de vidrio triturado afecta considerablemente al módulo elástico del concreto.

4.9.3 Desarrollo de la prueba de normalidad – Resistencia a la flexión

Tabla 26

Valores de la prueba de normalidad para los datos de resistencia a la flexión

	Suma de molido vidrio y residuos de acero	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión a 28 días	0%-VM+0%-RA	.969	3	.661
	0.4%-RA+6%-VM	.989	3	.797
	0.6%-RA+6%-VM	.966	3	.644
	0.8%-RA+6%-VM	.964	3	.637
	0.4%-RA+8%-VM	.999	3	.949
	0.6%-RA+8%-VM	.945	3	.546
	0.8%-RA+8%-VM	.989	3	.800
	0.4%-RA+10%-VM	.958	3	.607
	0.6%-RA+10%-VM	.871	3	.298
	0.8%-RA+10%-VM	.971	3	.671

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

Los valores de la normalidad de Shapiro-Wilk para el módulo elástico del concreto se muestran en el cuadro 26. La mayoría de los datos p superiores a 0,05 presentan una significancia del 95 %. Los datos presentan una distribución normal, por lo que podemos utilizar estadísticas paramétricas como la prueba ANOVA de una vía según el tamaño del grupo.

4.10 EVALUACIÓN DE VARIANZA ANOVA DE UN COEFICIENTE – MODULO ELÁSTICO

Tabla 27

Ensayo de similitud de varianzas para el módulo elástico

Ensayo de similitud de varianzas Resistencia a la flexión a 4 semanas			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1.017	9	20	.460

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

Tabla 28

Ensayo de Anova de un coeficiente para los valores del módulo elástico

ANOVA					
Resistencia a la flexión a 28 días					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	220.938	9	24.549	187.844	.000
Dentro de grupos	2.614	20	.131		
Total	223.552	29			

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

Tabla 29

Valores post hoc para los datos de resistencia a la flexión

(I) Suma de molido vidrio y acero residual	(J) Suma de molido vidrio y acero residual	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%VM+0%RA	0.8%RA+10%VM	-8.13000*	.000
	0.6%RA+10%VM	-7.35333*	.000
	0.4%RA+10%VM	-3.19667*	.000
	0.8%RA+8%VM	-8.02667*	.000
	0.6%RA+8%VM	-6.52667*	.000
	0.4%RA+8%VM	-3.09000*	.000
	0.8%RA+6%VM	-7.26333*	.000
	0.6%RA+6%VM	-6.42000*	.000
	0.4%RA+6%VM	-2.13000*	.000
	0%VM+0%RA	2.13000*	.000
0.4%RA+6%VM	0.6%RA+6%VM	-4.29000*	.000
	0.8%RA+6%VM	-5.13333*	.000
	0.4%RA+8%VM	-.96000	.089
	0.6%RA+8%VM	-4.39667*	.000
	0.8%RA+8%VM	-5.89667*	.000
	0.4%RA+10%VM	-1.06667*	.043
	0.6%RA+10%VM	-5.22333*	.000
	0.8%RA+10%VM	-6.00000*	.000
	0%VM+0%RA	6.42000*	.000
	0.4%RA+6%VM	4.29000*	.000
0.6%RA+6%VM	0.8%RA+6%VM	-.84333	.183
	0.4%RA+8%VM	3.33000*	.000
	0.6%RA+8%VM	-.10667	1.000
	0.8%RA+8%VM	-1.60667*	.001
	0.4%RA+10%VM	3.22333*	.000
	0.6%RA+10%VM	-.93333	.105
	0.8%RA+10%VM	-1.71000*	.000



	0%VM+0%RA	7.26333*	.000
	0.4%RA+6%VM	5.13333*	.000
	0.6%RA+6%VM	.84333	.183
	0.4%RA+8%VM	4.17333*	.000
0.8%RA+6%VM	0.6%RA+8%VM	.73667	.327
	0.8%RA+8%VM	-.76333	.285
	0.4%RA+10%VM	4.06667*	.000
	0.6%RA+10%VM	-.09000	1.000
	0.8%RA+10%VM	-.86667	.159
	0%VM+0%RA	3.09000*	.000
	0.4%RA+6%VM	.96000	.089
	0.6%RA+6%VM	-3.33000*	.000
	0.8%RA+6%VM	-4.17333*	.000
0.4%RA+8%VM	0.6%RA+8%VM	-3.43667*	.000
	0.8%RA+8%VM	-4.93667*	.000
	0.4%RA+10%VM	-.10667	1.000
	0.6%RA+10%VM	-4.26333*	.000
	0.8%RA+10%VM	-5.04000*	.000
	0%VM+0%RA	6.52667*	.000
	0.4%RA+6%VM	4.39667*	.000
	0.6%RA+6%VM	.10667	1.000
	0.8%RA+6%VM	-.73667	.327
0.6%RA+8%VM	0.4%RA+8%VM	3.43667*	.000
	0.8%RA+8%VM	-1.50000*	.002
	0.4%RA+10%VM	3.33000*	.000
	0.6%RA+10%VM	-.82667	.201
	0.8%RA+10%VM	-1.60333*	.001
	0%VM+0%RA	8.02667*	.000
	0.4%RA+6%VM	5.89667*	.000
	0.6%RA+6%VM	1.60667*	.001
	0.8%RA+6%VM	.76333	.285
0.8%RA+8%VM	0.4%RA+8%VM	4.93667*	.000
	0.6%RA+8%VM	1.50000*	.002
	0.4%RA+10%VM	4.83000*	.000
	0.6%RA+10%VM	.67333	.440
	0.8%RA+10%VM	-.10333	1.000
	0%VM+0%RA	3.19667*	.000
	0.4%RA+6%VM	1.06667*	.043
	0.6%RA+6%VM	-3.22333*	.000
	0.8%RA+6%VM	-4.06667*	.000
0.4%RA+10%VM	0.4%RA+8%VM	.10667	1.000
	0.6%RA+8%VM	-3.33000*	.000
	0.8%RA+8%VM	-4.83000*	.000
	0.6%RA+10%VM	-4.15667*	.000

	0.8%RA+10%VM	-4.93333*	.000
	0%VM+0%RA	7.35333*	.000
	0.4%RA+6%VM	5.22333*	.000
	0.6%RA+6%VM	.93333	.105
	0.8%RA+6%VM	.09000	1.000
0.6%RA+10%VM	0.4%RA+8%VM	4.26333*	.000
	0.6%RA+8%VM	.82667	.201
	0.8%RA+8%VM	-.67333	.440
	0.4%RA+10%VM	4.15667*	.000
	0.8%RA+10%VM	-.77667	.266
	0%VM+0%RA	8.13000*	.000
	0.4%RA+6%VM	6.00000*	.000
	0.6%RA+6%VM	1.71000*	.000
	0.8%RA+6%VM	.86667	.159
0.8%RA+10%VM	0.4%RA+8%VM	5.04000*	.000
	0.6%RA+8%VM	1.60333*	.001
	0.8%RA+8%VM	.10333	1.000
	0.4%RA+10%VM	4.93333*	.000
	0.6%RA+10%VM	.77667	.266

Nota. Elaboración desarrollada por el tesista.

La tabla 29, muestra la prueba de similitud de varianza de Levene. Un valor p de 0,460 supera a 0,05. Aceptamos la estadística hipótesis nula porque la homogeneidad de varianza implica uniformidad.

Aceptaremos la hipótesis estadística alternativa de que el vidrio molido y los residuos de acero afectan el módulo elástico del concreto variando las medias de los grupos. La prueba ANOVA de una vía de la Tabla 29, permite la hipótesis estadística alternativa con un valor p de 0,000.

En la tabla 29, muestra los resultados del ensayo post hoc de Tukey de contrastes de la Tabla 28. La media diferencia fue de -8,027 para la dosis de sustrato de 8 % de vidrio molido + 0,8 % de AR. Las estadísticas sugieren que las partículas de vidrio triturado y de acero son más bajas, por lo que esta dosis es mayor.



4.11 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.11.1 *Discusión 1*

Aquilla y Peláez (2021) examinaron la sostenibilidad y viabilidad de concretos hidráulicos con agregado de vidrio reciclado bajo compresión indirecta y tensión de 270 kg/cm^2 . El rendimiento máximo en el ensayo de $F'c$ fue con un 10 % de reciclado vidrio molido, a 28,2 MPa. También, el 20% de vidrio reciclado molido alcanzó una R_m de 22,3 MPa. Nuestra investigación reveló que el vidrio molido presentó una $F'c$ de $233,33 \text{ kg/cm}^2$ y un módulo elástico de $48,14 \text{ kg/cm}^2$, por encima del límite del concreto de 211 kg/cm^2 .

4.11.2 *Discusión 2*

Pinedo y Araujo Novoa (2019) evaluaron la fibra de acero en hormigón de baja compresión. Las muestras de concreto se elaboraron con cemento Tipo I, agregado fino, agregado grueso y fibras de acero comerciales premium de Sika. Algunas ofrecen una mejor resistencia al concreto.

Observamos que la adición de residuos de acero y vidrio triturado al concreto estándar aumentó su $F'c$ a 210 kg/cm^2 , lo que respalda investigaciones previas. Pinedo y Araujo Novoa (2019) obtuvieron resultados comparables al añadir fibra de acero, que superó el requisito del concreto en $212,39 \text{ kg/cm}^2$. Este artículo también analiza el rendimiento mecánico óptimo. Si está de acuerdo, este material puede reemplazar al concreto de $F'c$ de 210 kg/cm^2 .

4.11.3 *Discusión 3*

En 2021, Galloza y Palacios del Águila ampliaron su investigación sobre las características mecánicas del concreto utilizando acero reciclado y vidrio molido. Su



objetivo era añadir características al hormigón mediante análisis estadístico sin alterar la $F'c$, la tracción ni la flexión. Los resultados más satisfactorios se obtuvieron con 245Kg/cm^2 con un cinco% de vidrio y un 0,5% de virutas, pero el uso de pequeñas cantidades resultó demasiado costoso.

Los resultados coinciden con los estudios actuales. La adición de RA y VMR a 210 kg/cm^2 de concreto normal aumenta su $F'c$, la tracción y la flexión en un 6,35 %, un 19,60 % y un 17,3 %, respectivamente. Esto mejora el rendimiento del concreto. Galloza y Palacios del Águila (2021) recomiendan vigas de acero y vidrio molido reciclado para el concreto curado. El RA y el VMR pueden sustituir al concreto si cumplen los requisitos.

CONCLUSIONES

1. La muestra de concreto alcanzó $F'c$ de 156,33, 184 y 210,67Kg/Cm² después de 1, 2 y 4 semanas. La Rm fue de 38,96Kg/Cm², mientras que el módulo elástico fue de 46,94 kg/cm². Con una dosis de seis% VM y 0,4 RA, las $F'c$ fueron de 147, 186,67 y 214 kg/cm². Tanto la Rm como el módulo elástico fueron de 49,07 kg/cm². La $F'c$ se midió a 150, 189 y 215 kg/cm² con un seis% de volumétrica masa y un 0,6% de radial ceniza. La Rm fue de 43,58 kg/cm², mientras que el elástico módulo fue de 53,36Kg/Cm². La $F'c$ fue de 150,67, 192,67 y 218,00Kg/Cm² con una dosis del 6 % de volumétrica masa + 0,8 % de dosificación. La rm fue de 43,77 kg/cm², mientras que el elástico módulo fue de 54,20 kg/cm². Se alcanzaron $F'c$ de 152,33, 194,00 y 222,33 kg/cm² con dosis del 8 % de VM y 0,4 % de RA. La Rm fue de 44,95 kg/cm², mientras que el elástico módulo fue de 50,03 kg/cm². Se observaron $F'c$ de 153,33, 195,67 y 222,33 kg/cm² con dosis del 8 % de VM y 0,6% de RA. La Rm fue de 45,09 kg/cm², mientras que el elástico módulo fue de 53,46 kg/cm². El material con un 8 % de VM y un 0,8 % de RA presentó una $F'c$ de 156,33 kg/cm², a la Rm de 48,14 kg/cm² y al elástico módulo de 54,96 kg/cm². Con una dosis de 0.4%RA y 10% VM, la $F'c$ fue de 155.00 kg/cm², la Rm de 46.60 kg/cm², el elástico módulo de 50.13 kg/cm² y la Rm de 217.33 kg/cm² Una dosis efectiva de 10% VM y 0.6% RA resultó en $F'c$ de 153.33, 193.33 y 213 kg/cm², Rm de 45.42 kg/cm² y elástico módulo de 54.29Kg/Cm² Con una dosis de 10% VM y 0.8% RA, las $F'c$ (148, 186 y 208 kg/cm²), la Rm (45.20 kg/cm²) y el módulo elástico (55.07 kg/cm²) se midieron.
2. La norma exige una resistencia del concreto del 74 % y del 65 % para cumplir con los estándares de $F'c$ a los siete días. Este procedimiento determinará el porcentaje. Tras



14 días, alcancé el 88 % y luego el 90 %, cumpliendo con el criterio. Cumple con los estándares con una puntuación del 99,32 % tras 28 días y una dureza del 99%.

3. Se reduce la mayor cantidad posible de residuos de acero y vidrio molido reciclado para mejorar la $F'c$. La dosis ideal de 8 % de VM y 0,6 % de RA produce una resistencia de 223,33 kg/cm², superando la resistencia del concreto anterior. Una formulación de 8 % de VM y 0,8 % de RA alcanza una R_m de 48,14 kg/cm². Una composición de 8 % de VM y 0,8 % de RA produce un elástico módulo de 54,96 kg/cm².



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar insumos superiores al 8 % de VM y al 0,8 % de RA para el concreto a fin de aumentar la f'_c , la flexión y la tracción. Además, se recomienda realizar investigaciones sobre residuos de hormigón con residuos de acero y vidrio molido reciclado.
2. Para evaluar la trabajabilidad del concreto, se recomienda realizar la adición de aditivos, para observar cómo es el efecto que produce en la trabajabilidad del concreto.
3. El triturado se realizó manualmente; sin embargo, se recomienda el uso de equipos industriales para la fabricación a gran escala.
4. Para cumplir con las normas peruanas de preparación de concreto, se deben analizar los aspectos químicos de los residuos de acero y del vidrio molido reciclado.
5. Estas evaluaciones reducen el impacto ambiental y mejoran la sostenibilidad en la industria de la construcción.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima - Perú: San Marcos.
- Abhiram, K., & Saravanakumar, P. (2015). Properties of Recycled Aggregate Concrete Containing Hydrochloric Acid Treated Recycled Aggregates. *International Journal of ChemTech Research*, 72-78.
- Arias, J., Villasís, M. Á., & Miranda, M. G. (Abril-Junio de 2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Redalyc*, 63(2), 201-206.
- Aquilla, C., & Peláez, D. (2021). *Diseños alternativos sostenibles para el hormigón hidráulico con la utilización de vidrio molido como parte de agregado fino*. Cuenca - Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Bazan, W. (2021). *Estudio de las propiedades del concreto de mediana resistencia con la adición de acero reciclado, Puente Piedra, 2021*. Lima - Perú: Universidad César Vallejo.
- Castillo, W., & Quispe Charca, J. A. (2019). *Propiedades mecánicas del concreto elaborado con adición de vidrio molido y cuarcita*. Arequipa: Universidad nacional de san agustin .
- Catalán, C. (2013). *Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20 y H30*. Chile: Universal Austral.
- E.060, R. (2009). *Concreto armado*. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- Edificaciones, R. N. (2021). *Norma E.040*. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- Galloza, E., & Palacios del Aguila, A. K. (2021). *Evaluación de las Propiedades Mecánicas del Concreto Adicionando*. Lima: Universidad César Vallejo .



- Hernández, E., & Rojas, J. (2021). *Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Ibrahim, K. (2021). Recycled waste glass powder as a partial replacement of cement in concrete containing silica fume and fly ash . *Elsevier*, 1-10.
- Instituto Costa Ricense del concreto. (2016). *Manual práctico del concreto*. Costa Rica: Grafos S.A.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2001). *Diseño y control de mezclas de concreto*. México: PCA.
- Mari, E. (1955). *Propiedades, Tecnologías de Fabricación y aplicaciones*. Editorial Americalee.
- NTP 334.009. (2005). *Cementos portland. requisitos*. Lima: INDECOPI.
- Ochoa, L. (2018). *Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.
- Pinedo, D., & Araujo Novoa, J. (2019). Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. 4-13.
- Quispe, N., & Zarate, F. (2020). *Análisis de la variación en el comportamiento del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con la adición de vidrio molido*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Rafael, B., & Reynal Saavedra, B. A. (2020). *Influencia de las fibras de acero reciclado y comercial sobre las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$* . Trujillo: Universidad privada del norte.
- Zeña, J. (2016). *Resistencia a la compresión de concretos con epóxicos adherentes*. Lambayeque - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.



ANEXOS



ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

LINEA DE INVESTIGACION: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

RESPONSABLE: Bach. ROY LUIS CONDORI COLCA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
Problema General ¿De qué manera influye la adición de residuos de acero y vidrio molido reciclado en las propiedades mecánicas de un concreto $f_c=210$ kg/cm², elaborado en el distrito de Juliaca? Problemas Específicos ¿Cuáles son las influencias de residuos de acero en la resistencia a la compresión, en el cual se determinaría la flexión y tracción del concreto de $f_c=210$ kg/cm²? ¿Cuál es la influencia del vidrio molido reciclado en la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto de $f_c=210$ kg/cm²? ¿Cuál es el porcentaje óptimo de adición de residuos de acero y vidrio molido reciclado, en donde mejoraría las propiedades mecánicas del concreto de $f_c=210$ kg/cm²?	Objetivo General Evaluar la influencia de residuos de acero y vidrio molido reciclado en las propiedades mecánicas de un concreto de $f_c=210$ kg/cm², para su producción en el distrito de Juliaca. Objetivos Específicos Determinar la influencia de residuos de acero en la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto de $f_c=210$ kg/cm². Determinar la influencia del vidrio molido reciclado en la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto de $f_c=210$ kg/cm². Establecer el porcentaje óptimo de adición de residuos de acero y vidrio molido reciclado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto de $f_c=210$ kg/cm².	Hipótesis General La influencia de residuos de acero y vidrio molido reciclado evaluara las propiedades mecánicas de un concreto de $f_c=210$ kg/cm², para su producción en el distrito de Juliaca. Hipótesis Específicas La influencia de residuos de acero se obtendrá la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto de $f_c=210$ kg/cm². La influencia del vidrio molido reciclado mejorara la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto de $f_c=210$ kg/cm². El porcentaje óptimo de adición de residuos de acero y vidrio molido reciclado mejoraran las propiedades mecánicas del concreto de $f_c=210$ kg/cm², considerablemente.	Variable Independiente. V1 Residuos de acero y vidrio molido reciclado Dimensiones: Características físicas y resistentes V2 Agregados Reciclado (AR) Dimensiones: Características físicas y resistentes de los ANG Dosificación: 0% ARG 25% ARG 50% ARG Variables Dependientes. V3 Resistencia de un concreto normal Dimensiones: Resistencia a la compresión axial Resistencia a la flexión	Tipo Aplicada Nivel Explicativa Enfoque Cuantitativo Diseño Experimental Población y muestra El concreto normal $f_c=210$kg/cm² (producido con AN) y el concreto de $f_c=210$kg/cm² (producido con distintas dosificaciones de AR) constituyen la población del presente estudio. La muestra consistirá, en una parte, de 9 testigos cilíndricos conteniendo concreto normal de $f_c=210$kg/cm² y 18 testigos cilíndricos de un concreto normal de $f_c=210$kg/cm² adicionado de AR (en diferentes dosificaciones) y, por otra parte, de 9 viguetas de forma prismática con concreto normal de $f_c=210$kg/cm² y 18 viguetas prismáticas de un concreto normal de $f_c=210$kg/cm² con la adición de AR(en distintos porcentajes como reemplazo del AN grueso).

ANEXO 2

PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía 1. Recolección de residuos de acero.



Fotografía 2. Trituración de vidrio reciclado.



Fotografía 3. Peso del agregado para el ensayo granulométrico.



Fotografía 4. Colocación de la muestra para el ensayo granulométrico.



Fotografía 5. Pesos retenidos en los tamices.



Fotografía 6. Peso de la separación del agregado fino y grueso por el tamiz N° 4.



Fotografía 7. Peso de retenido en los tamices del agregado fino.



Fotografía 8. Registro de datos de los pesos retenidos en los tamices.



Fotografía 9. Prueba de densidad de agregados finos.



Fotografía 10. Determinación de la absorción de agregados finos.



Fotografía 11. Peso del picnómetro para determinar la densidad de líquidos y sólidos.



Fotografía 12. Colocación de la muestra para el secado en horno.



Fotografía 13. Equipamiento del horno para pruebas de laboratorio.



Fotografía 14. Muestras sometidas al secado en horno.



Fotografía 15. Peso de la muestra seca.



Fotografía 16. Colocación del agregado fino al molde.



Fotografía 17. Muestra de agredo para prueba de compactación.



Fotografía 18. Proceso del varillado del agredo fino.



Fotografía 19. Prueba de compactación para el agregado grueso.



Fotografía 20. Registro del peso del molde más el agregado grueso.



Fotografía 21. Prueba de revenimiento o Slump



Fotografía 22. Muestra de testigos de concreto.



Fotografía 23. Equipo para ensayo de resistencia a la compresión.



Fotografía 24. Probeta de concreto para prueba de compresión mecánica.



Fotografía 25. Colocación de la probeta de concreto al equipo de compresión.



Fotografía 26. Retiro de la probeta de concreto del equipo de compresión.



Fotografía 27. Espécimen de concreto sometido a prueba de compresión.



Fotografía 28. Probetas de concreto luego de sometidas a pruebas de compresión.





ANEXO 3

CERTIFICADOS DE LABORATORIO



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



TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

SOLICITANTE : ROY LUIS CONDORI COLCA

CANTERA : ISLA

LUGAR : CARRETERA JULIACA - ISLA km 17 - SECTOR ISLA

FECHA : 04 DE JULIO DEL 2025

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A -Peso de muestra secada al horno 482.75 B -Peso de muestra saturada seca (SSS) 500.00 Wc -Peso del picnómetro con agua 1313.40 W -Peso del Pic. + muestra + agua 1618.23 PESO ESPECÍFICO Wc+B = 1813 Wc+B-W = 195 Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$ = 2.56 gr/cm3 ABSORCIÓN B = 500.00 B-A = 17.25 Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ = 3.57 %
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 8	107.54	21.51	21.51	78.49	
N° 16	89.65	17.93	39.44	60.56	
N° 30	106.27	21.25	60.69	39.31	
N° 50	105.27	21.05	81.75	18.25	
N° 100	62.15	12.43	94.18	5.82	
N° 200	18.35	3.67	97.85	2.15	
FONDO	10.77	2.15	100.00	0.00	
SUMA	500.00	100.00			
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					
Mf = MÓDULO DE FINEZA					2.96

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro
2"	0	0.00	0.00	100.00	A -Peso de muestra secada al horno 778.40 B -Peso de muestra saturada seca (SSS) 800.00 Wc -Peso del picnómetro con agua 1313.40 W -Peso del Pic. + muestra + agua 1798.30 PESO ESPECÍFICO Wc+B = 2113 Wc+B-W = 315 Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$ = 2.54 gr/cm3 ABSORCIÓN B = 800.00 B-A = 21.60 Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$ = 2.77 %
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	
1"	63	1.58	1.58	98.42	
3/4"	119	2.98	4.56	95.44	
1/2"	1013	25.33	29.90	70.10	
3/8"	815	20.37	50.27	49.73	
1/4"					
N° 4	1489	37.23	87.50	12.50	
FONDO	0.00	0.00	87.50	12.50	
SUMA	3500.00	87.50			
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					

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



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

B. N° 006-00318073



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



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

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

SOLICITANTE : ROY LUIS CONDORI COLCA

CANTERA : ISLA

UBICACIÓN : CARRETERA JULIACA - ISLA km 17 - SECTOR ISLA

FECHA : 04 DE JULIO DEL 2025

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

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

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

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1 " (25.40mm)

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.54	2.56
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1700	1740
P.U. Suelto	1570	1650
% de Absorción	2.77	3.57
% de Humedad Natural	1.20	2.10
Modulo de Fineza	-	2.96

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal 1 " (25.40mm)
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 193 Lt/m³
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 1.5 %
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces la relación agua/cemento (a/c) será de: 0.56
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(193 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 346 \text{ Kg/m}^3$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103267

B. N° 006-00318073



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ROY LUIS CONDORI COLCA

MUESTRA : 10% VIDRIO MOLIDO + 0.8% RESIDUOS DE ACERO

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 16 DE JULIO DEL 2025

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA 10% VM + 0.8% RA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm	26898	15.06	178.1	151.00	210	18/06/2025	25/06/2025	7	71.90%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	26150	15.05	177.9	147.00	210	18/06/2025	25/06/2025	7	70.00%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	25972	15.05	177.89	146.00	210	18/06/2025	25/06/2025	7	69.52%
	M-3									
			PROMEDIO kg/cm2		148.00					

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA 10% VM + 0.8% RA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm	32063	15.06	178.1	180.00	210	18/06/2025	2/07/2025	14	85.71%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	34020	15.02	177.2	192.00	210	18/06/2025	2/07/2025	14	91.43%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	33178	15.03	177.4	187.00	210	18/06/2025	2/07/2025	14	89.05%
	M-3									
			PROMEDIO kg/cm2		186.33					

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA 10% VM + 0.8% RA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	37309	15.04	177.7	210.00	210	18/06/2025	16/07/2025	28	100.00%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm	37407	15.06	178.1	210.00	210	18/06/2025	16/07/2025	28	100.00%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	36275	15.01	177	205.00	210	18/06/2025	16/07/2025	28	97.62%
	M-3									
PROMEDIO kg/cm2			208.33							

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00318073



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ROY LUIS CONDORI COLCA

MUESTRA : 10% VIDRIO MOLIDO + 0.6% RESIDUOS DE ACERO

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 16 DE JULIO DEL 2025

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA 10% VM + 0.6% RA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm	27432	15.06	178.1	154.00	210	18/06/2025	25/06/2025	7	73.33%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	26968	15.03	177.4	152.00	210	18/06/2025	25/06/2025	7	72.38%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	27395	15.05	177.89	154.00	210	18/06/2025	25/06/2025	7	73.33%
	M-3									
PROMEDIO kg/cm2			153.33							

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA 10% VM + 0.6% RA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	33797	15.01	177	191.00	210	18/06/2025	2/07/2025	14	90.95%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	34198	15.02	177.2	193.00	210	18/06/2025	2/07/2025	14	91.90%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	34866	15.05	177.9	196.00	210	18/06/2025	2/07/2025	14	93.33%
	M-3									
PROMEDIO kg/cm2			193.33							

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA 10% VM + 0.6% RA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	37258	15.03	177.4	210.00	210	18/06/2025	16/07/2025	28	100.00%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	39159	15.02	177.2	221.00	210	18/06/2025	16/07/2025	28	105.24%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	36953	15.04	177.7	208.00	210	18/06/2025	16/07/2025	28	99.05%
	M-3									
PROMEDIO kg/cm2			213.00							

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO
M.S.C.A. JEFATURA
De: Arnaldo Yana Torres
CIP 103267

B. N° 006-00318073



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ROY LUIS CONDORI COLCA

MUESTRA : 10% VIDRIO MOLIDO + 0.4% RESIDUOS DE ACERO

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 16 DE JULIO DEL 2025

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA 10% VM + 0.4% RA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	27715	15.04	177.7	156.00	210	18/06/2025	25/06/2025	7	74.29%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	26896	15.01	177	152.00	210	18/06/2025	25/06/2025	7	72.38%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-3	27855	15.03	177.42	157.00	210	18/06/2025	25/06/2025	7	74.76%
PROMEDIO kg/cm ²					155.00					

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA 10% VM + 0.4% RA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-1	34644	15.04	177.7	195.00	210	18/06/2025	2/07/2025	14	92.86%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-2	35626	15.06	178.1	200.00	210	18/06/2025	2/07/2025	14	95.24%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-3	34552	15.02	177.2	195.00	210	18/06/2025	2/07/2025	14	92.86%
PROMEDIO kg/cm ²					196.67					

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA 10% VM + 0.4% RA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-1	38855	15.03	177.4	219.00	210	18/06/2025	16/07/2025	28	104.29%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-2	37891	15.05	177.9	213.00	210	18/06/2025	16/07/2025	28	101.43%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-3	38929	15.01	177	220.00	210	18/06/2025	16/07/2025	28	104.76%
PROMEDIO kg/cm ²					217.33					

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
JEFATURA
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103267

B. N° 006-00318073



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. ROY LUIS CONDORI COLCA

MUESTRA : PATRÓN

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 16 DE JULIO DEL 2025

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	25693	15.02	177.2	145.00	210	18/06/2025	25/06/2025	7	69.05%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm	26185	15.06	178.1	147.00	210	18/06/2025	25/06/2025	7	70.00%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm	25718	15.08	178.60	144.00	210	18/06/2025	25/06/2025	7	68.57%
	M-3									
			PROMEDIO kg/cm2		145.33					

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	37535	15.05	177.9	211.00	210	18/06/2025	2/07/2025	14	100.48%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	37387	15.02	177.2	211.00	210	18/06/2025	2/07/2025	14	100.48%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.07 x 30.0 cm	37458	15.07	178.4	210.00	210	18/06/2025	2/07/2025	14	100.00%
	M-3									
			PROMEDIO kg/cm2		210.67					

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	40867	15.03	177.4	230.34	210	18/06/2025	16/07/2025	28	109.69%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	41276	15.05	177.9	232.03	210	18/06/2025	16/07/2025	28	110.49%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	40794	15.05	177.9	229.32	210	18/06/2025	16/07/2025	28	109.20%
	M-3									
			PROMEDIO kg/cm2		230.56					

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00318073



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

SOLICITANTE : ROY LUIS CONDORI COLCA

MUESTRA : GRAVA - ARENA

FECHA : 04 DE JULIO DEL 2025

MUESTRA : ARENA	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	445.20
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	437.10
PESO DEL TARRO (gr.)	51.02
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	394.18
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	386.08
PESO DEL AGUA (gr.)	8.10
% HUMEDAD	2.10

MUESTRA : GRAVA	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	310.20
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	307.12
PESO DEL TARRO (gr.)	50.03
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	260.17
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	257.09
PESO DEL AGUA (gr.)	3.08
% HUMEDAD	1.20

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00318073



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

SOLICITANTE : ROY LUIS CONDORI COLCA

MUESTRA : GRAVA

FECHA : 04 DE JULIO DEL 2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7958 gr	7958 gr	7958 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	13055.00 gr	13030.00 gr	13050.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	5097.00 gr	5072.00 gr	5092.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.569 gr/cm ³	1.561 gr/cm ³	1.567 gr/cm ³
PROMEDIO	1.566 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7958 gr	7958 gr	7958 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13440.00 gr	13510.00 gr	13450.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5482.00 gr	5552.00 gr	5492.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.687 gr/cm ³	1.709 gr/cm ³	1.690 gr/cm ³
PROMEDIO	1.695 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO
M.S.C.A.
JEFATURA

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00318073



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

SOLICITANTE : ROY LUIS CONDORI COLCA

MUESTRA : ARENA

FECHA : 04 DE JULIO DEL 2025

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5587 gr	5587 gr	5587 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9050.00 gr	9032.00 gr	9020.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3463.00 gr	3445.00 gr	3433.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.649 gr/cm ³	1.641 gr/cm ³	1.635 gr/cm ³
PROMEDIO	1.642 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5587 gr	5587 gr	5587 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9200.00 gr	9233.00 gr	9235.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3613.00 gr	3646.00 gr	3648.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.721 gr/cm ³	1.737 gr/cm ³	1.738 gr/cm ³
PROMEDIO	1.732 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

B. N° 006-00318073



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

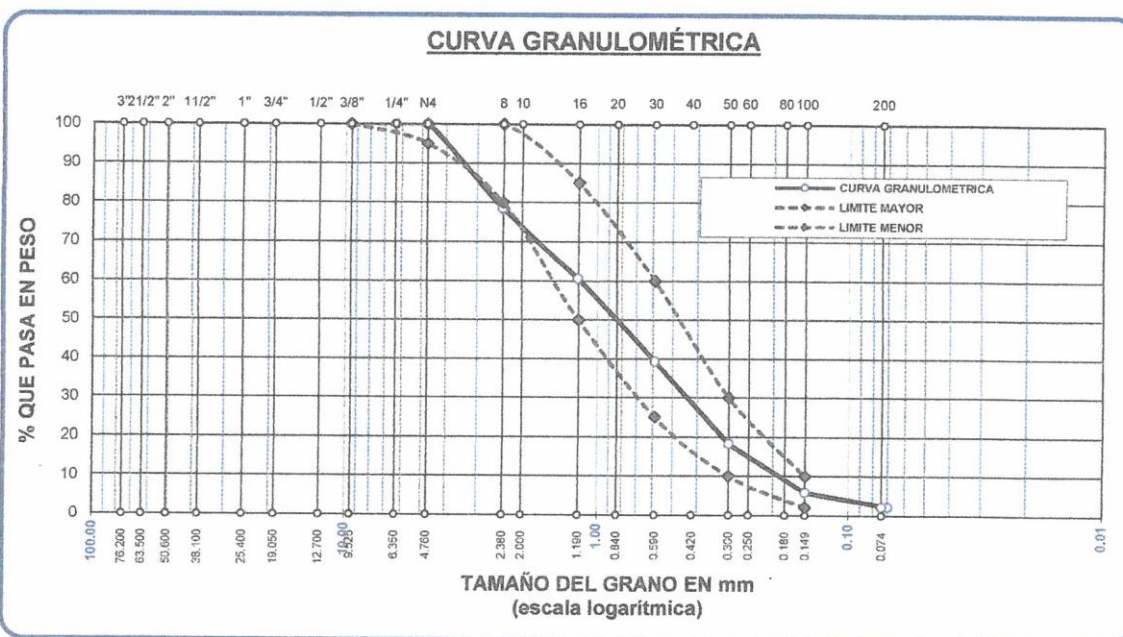
TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

SOLICITANTE : ROY LUIS CONDORI COLCA

MUESTRA : ARENA

FECHA : 04 DE JULIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 2.98
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	
No8	2.380	107.54	21.51	21.51	78.49		OBSERVACIONES:
No10	2.000						
No16	1.190	89.65	17.93	39.44	60.56	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	106.27	21.25	60.69	39.31	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	105.27	21.05	81.75	18.25	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	62.15	12.43	94.18	5.82	2-10%	
No200	0.074	18.35	3.67	97.85	2.15		
BASE		10.77	2.15	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		2.15					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00318073



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

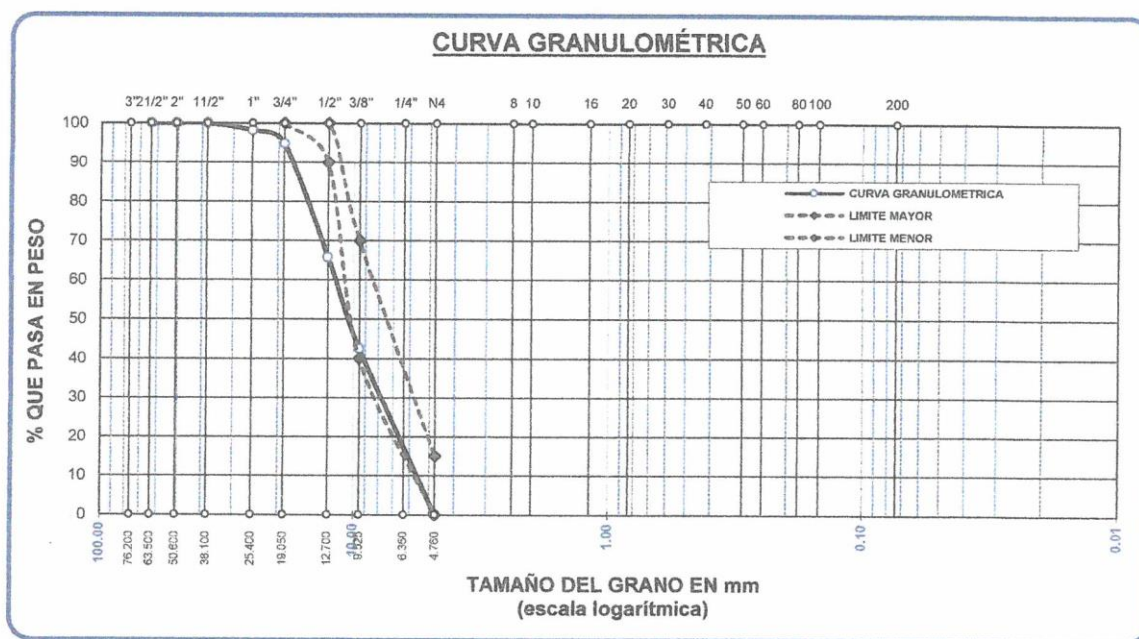
TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO REICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

SOLICITANTE : ROY LUIS CONDORI COLCA

MUESTRA : GRAVA

FECHA : 04 DE JULIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4 "
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	63.30	1.81	1.81	98.19		
3/4"	19.050	119.27	3.41	5.22	94.78	100 %	OBSERVACIONES:
1/2"	12.700	1013.27	28.95	34.17	65.83	90 - 100 %	
3/8"	9.525	814.86	23.28	57.45	42.55	40 - 70 %	
1/4"	6.350						
No4	4.760	1489.30	42.55	100.00	0.00	0 - 15 %	
BASE		0.00	0.00	0.0	100.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

LABORATORIO
M.S.C.A.
JEFATURA

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00318073



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0	Bolsa de Cemento:	Redondeo
-	2.16 p3 de Arena	2.2 p3 de Arena
-	2.54 p3 de Grava	2.5 p3 de Grava
-	27 Lt de Agua	27 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

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

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

OBSERVACIONES:

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

UNIVERSIDAD ANDRÉS BÉSTEN GARCÉS VELAZQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO
M.S.C.A.
JEFATURA
JULIACA - 2017
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 006-00318073



- 7, De acuerdo al módulo de finza del agregado fino = 2.96 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1700 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 1" (25.40mm) se recomienda el uso de 0.534 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.534) * (1700) = 908 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (193) / (1000) = 0.193 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (346) / (2.88 * 1000) = 0.120 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (908) / (2.54 * 1000) = 0.358 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (1.5) / (100) = 0.015 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.686 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.686) = 0.314 \text{ m}^3$$

$$(0.314) * (2.56) * 1000 = 805 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\text{Agregado grueso húmedo } (908) * (1.01198) = 919 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (805) * (1.0210) = 822 \text{ Kg.}$$

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

$$193 - 908 * \left(\frac{1.20 - 2.77}{100} \right) - 805 \left(\frac{2.10 - 3.57}{100} \right) = 219$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	346	1.00	346	1.00
Agua	193	0.558	219	0.63
Agreg. Grueso	908	2.62	919	2.66
Agreg. Fino	805	2.33	822	2.38
Aire	1.5 %		1.5 %	

8.14 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	101.01 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	112.90 Kg.
Agua efectiva	:	26.93 Kg.



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLÓ CASERES VELÁZQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103267

B. N° 006-00318073



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 16 - 04 - 2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ROY LUIS CONDORI COLCA

Dirección: Jr. Patalla S/N Anexo los choferes

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73359760

Teléfono: 977483283 email: royluiscc@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE ACERO Y VIDRIO MOLIDO RECICLADO, EN EL DISTRITO DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): Tracción, compresión, flexión, vidrio, residuos de acero

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

1, 2

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

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



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

☐

Internacional

☒

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

16 – ABRIL – 2026

Fecha