



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



**INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA
Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE

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

**INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA
Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

ASESOR DE TESIS

:


Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 413-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 04 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-6430 presentado por el (la) Bachiller: **JOSE GONZALO MAMANI ARIHUIRE** 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. **JOSE GONZALO MAMANI ARIHUIRE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

RESUELVE:

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

- **Presidente** : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- **2do Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.**

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : jueves 12 de junio del 2025
- **HORA** : 10:00 horas
- **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS
Mgtr. WALTER J. ZARRAGA ARMAZA
DECANO (e)
CIP. 70808



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

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 166-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-04534 presentado por el señor (a) **JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 200 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 024 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, 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 **Mgtr. 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° 024 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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 o (la) Bachiller: **JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

D. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Dr. Efraín Paríto Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 071-2023-D-UI-FICP-UANCV

Juliana, 28 de noviembre del 2023

VISTO: El expediente N° 2023-CU-16227, presentado por el señor (a) **MAMANI ARHUIRE JOSE GONZALO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, el **PROVEIDO - N° N° 254-2023-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 022 - 2023 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 (la) estudiante **MAMANI ARHUIRE JOSE GONZALO**, ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, 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 **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 022-2023 aprobando la propuesta de investigación titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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 magíster 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 mérito 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 o (la) Bachiller: **MAMANI ARHUIRE JOSE GONZALO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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** al (a la), **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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.



[Handwritten Signature]
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DECANO
CIP 47750



[Handwritten Signature]
Dr. Efraim Pantoja Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Archivo 2023
Introducido (a)



22% 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

- 13% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 20% 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	
INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70299309
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-5969-1956
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8509-7224
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02428673
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 59"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/jve3nD24paQScp8ZA</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2023 – Junio 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03



UNIVERSIDAD ANDRÉS BASTO CÁDIZ VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE, identificado con DNI Nro. 70299309, 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:

INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Asesorado por: Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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 17 de noviembre del 2025


Firma del Asesor (obligatoria)


Firma del Estudiante (obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

A mis queridos padres,

por ser el ejemplo más grande de amor, entrega y fortaleza. Este logro no habría sido posible sin su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Gracias por cada palabra de aliento, por cada sacrificio silencioso, por las enseñanzas que me han guiado y por confiar en mí incluso cuando yo dudaba. Su esfuerzo y dedicación han sido el motor que me impulsó a seguir adelante, aun en los momentos más difíciles.

Esta meta alcanzada es también de ustedes, y con el corazón lleno de gratitud, les dedico este trabajo como una muestra del profundo respeto, cariño y admiración que les tengo.



AGRADECIMIENTO

A Dios, fuente infinita de sabiduría y fortaleza, por haber guiado cada uno de mis pasos durante este proceso. Gracias por darme la vida, la salud y las oportunidades que me han permitido culminar esta importante etapa académica. En los momentos de dificultad, encontré en Ti la luz y la serenidad necesarias para continuar.

A mi asesor de tesis, por su valiosa orientación, paciencia y compromiso. Su experiencia, sugerencias y constante acompañamiento fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Gracias por confiar en mi capacidad y por motivarme a buscar siempre la excelencia.

A todas las personas que, de una u otra forma, me brindaron su apoyo durante este camino: familiares, amigos, docentes y compañeros. A quienes me alentaron con palabras de ánimo, colaboraron con su tiempo, conocimientos o recursos, o simplemente estuvieron presentes cuando más los necesité, les expreso mi más sincera gratitud.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática	13
1.2	Planteamiento del problema	14
1.2.1	Problema general	14
1.2.2	Problemas específicos.....	14
1.3	Objetivos de la investigación	15
1.3.1	Objetivo general	15
1.3.2	Objetivos específicos.....	15
1.4	Justificación de la investigación	15
1.4.1	Justificación técnica.....	15
1.4.2	Justificación económica.....	16
1.4.3	Justificación social.....	16
1.4.4	Justificación ambiental.....	16
1.5	Hipótesis de la investigación.....	17
1.5.1	Hipótesis general.....	17
1.5.2	Hipótesis específicas.....	17
1.6	Variables e indicadores	17
1.6.1	Variable independiente	17
1.6.2	Variable dependiente.....	18
1.7	Operacionalización de variables	19



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación.....	20
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	22
2.1.3	Antecedentes regionales.....	24
2.2	Bases teóricas.....	27
2.2.1	Incidencia de la adición de cascarilla de quinua en el concreto.....	27
2.2.2	Cascarilla de quinua.....	28
2.2.3	Cenizas en el concreto.....	31
2.2.4	Incidencia de la adición de cascarilla ceniza de ichu.....	33
2.2.5	Concreto.....	36
2.2.6	Características del concreto.....	42
2.2.7	Cualidades del concreto.....	44
2.2.8	Características de los agregados.....	47
2.2.9	Diseño de mezcla.....	50
2.3	Marco conceptual.....	51

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la investigación.....	52
3.2	Métodos de la investigación.....	53
3.3	Enfoque de la investigación.....	53
3.4	Nivel y tipo de investigación.....	54
3.4.1	Tipo de la investigación.....	54
3.4.2	Nivel de la investigación.....	54
3.5	Población y muestra de la investigación.....	55
3.5.1	Población.....	55
3.5.2	Muestra.....	55
3.6	Técnicas e instrumentos.....	56
3.6.1	Técnicas.....	56
3.6.2	Instrumentos.....	57
3.7	Validación y confiabilidad del instrumento.....	57



3.7.1	Validación de los instrumentos	57
3.7.2	Confiabilidad de instrumentos.....	57
3.8	Procedimiento de recolección de datos	58
3.8.1	Recolección de información.....	58
3.8.2	Ensayos en laboratorio	59
3.9	Procesamiento y análisis de datos.....	66

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Presentación y análisis de resultados	68
4.1.1	Resistencia a compresión del concreto al adicionar cascarilla de quinua en concentraciones de 0.1%, 0.3%, y 0.6%.....	77
4.1.2	Resistencia a compresión del concreto al adicionar cenizas de ichu en concentraciones de 0.5%, 1.5% y 2.5%.....	87
4.1.3	Combinación de los porcentajes óptimos de cascarilla de quinua y cenizas de ichu	95
4.2	Discusión de resultados.....	99
CONCLUSIONES.....		102
RECOMENDACIONES		103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		104
ANEXOS		107



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables19

Tabla 2 Cantidad de unidades para el ensayo de compresión.....56

Tabla 3 Porcentaje de humedad.....69

Tabla 4 Resultados del peso específico y la cantidad de absorción70

Tabla 5 Peso unitario en condiciones sueltas70

Tabla 6 Peso unitario consolidada.....71

Tabla 7 Granulometría del agregado grueso.71

Tabla 8 Granulometría del agregado fino72

Tabla 9 Asignación de cantidades de materiales para concreto75

Tabla 10 Dosificación de la cascarilla de quinua76

Tabla 11 Dosificación de la ceniza de ichu76

Tabla 12 Resultados del esfuerzo de fractura del concreto patrón77

Tabla 13 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.1%CQ-777

Tabla 14 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.3%CQ-778

Tabla 15 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.6%CQ-778

Tabla 16 Resistencias logradas- 7días.....79

Tabla 17 Resultados del esfuerzo de fractura del concreto patrón80

Tabla 18 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.1%CQ-1480

Tabla 19 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.3%CQ-1481

Tabla 20 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.6%CQ-1481

Tabla 21 Resistencias logradas- 14días.....82

Tabla 22 Resultados del esfuerzo de fractura del concreto patrón83

Tabla 23 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.1%CQ-2883

Tabla 24 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.3%CQ-2884

Tabla 25 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.6%CQ-2884

Tabla 26 Resistencias logradas- 28días.....85

Tabla 27 Compilación de las resistencias de las diversas muestras.....86

Tabla 28 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.5%CI-787

Tabla 29 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+1.5%CI-787

Tabla 30 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+2.5%CI-788

Tabla 31 Resistencias logradas- 7días.....88

Tabla 32 Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.5%CI-1489



Tabla 33	Resultados del esfuerzo de fractura del CP+1.5%CI-14	90
Tabla 34	Resultados del esfuerzo de fractura del CP+2.5%CI-14	90
Tabla 35	Resistencias logradas- 14días	91
Tabla 36	Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.5%CI-28	92
Tabla 37	Resultados del esfuerzo de fractura del CP+1.5%CI-28	92
Tabla 38	Resultados del esfuerzo de fractura del CP+2.5%CI-28	93
Tabla 39	Resistencias logradas- 28días	93
Tabla 40	Compilación de las resistencias de las diversas muestras	94
Tabla 41	Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.3%CQ+2.5%CI-7	95
Tabla 42	Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.3%CQ+2.5%CI-14	96
Tabla 43	Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.3%CQ+2.5%CI-28	96
Tabla 44	Resistencias obtenida con adición de porcentajes óptimos	97
Tabla 45	Registro de la resistencia obtenida	98
Tabla 46	Registro de la resistencia obtenida expresadas en porcentajes	98
Tabla 47	Registro de la resistencia obtenida en porcentajes	99



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	La quinua	29
Figura 2	El ichu	33
Figura 3	Recolecta del ichu	34
Figura 4	Localización de la cantera Isla	59
Figura 5	Secado de muestras	61
Figura 6	Análisis granulométrico por tamizado	63
Figura 7	Roturas a compresión	66
Figura 8	Tamaño de partículas del agregado grueso	72
Figura 9	Tamaño de partículas de la arena	73
Figura 10	Relaciones proporcionales de la mezcla	75
Figura 11	Contraste de las resistencias promedios-7 días	79
Figura 12	Contraste de las resistencias promedios-14días	82
Figura 13	Contraste de las resistencias promedios-28días	85
Figura 14	Análisis comparativo de los esfuerzos a compresión en varios períodos	86
Figura 15	Contraste de las resistencias promedios-7días	89
Figura 16	Contraste de las resistencias promedios-14días	91
Figura 17	Contraste de las resistencias promedios-28días	94
Figura 18	Análisis comparativo de los esfuerzos a compresión en varios períodos	95
Figura 19	Contraste de las resistencias promedios con porcentajes óptimos	97



RESUMEN

En este estudio, denominado "Incidencia de la adición de cascarilla de quinua y cenizas de ichu sobre la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la provincia de San Román", se tiene como objetivo evaluar la incidencia de la adición de cascarilla de quinua y cenizas de ichu sobre la resistencia a compresión de un concreto en la provincia de San Román. La metodología cuenta con un diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo, además, las dosificaciones para la cascarilla de quinua fueron del 0.1%, 0.3% y 0.6%, mientras que para las cenizas de ichu son de 0.5%, 1.5% y 2.5%. Los resultados obtenidos del concreto patrón mostraron una resistencia de 214.96 kg/cm², sirviendo como punto de referencia, la incorporación del 0.3% resultó en un aumento significativo, llegando a 239.75 kg/cm², del mismo modo, con una adición del 2.5% de ceniza de ichu, se alcanzó una resistencia significativamente mayor de 243.54 kg/cm²; sin embargo, con la combinación óptima 0.1% para la cascarilla de quinua y 2.5% para las cenizas de ichu, resultó en una resistencia final de 232.23 kg/cm², superando de manera considerable la resistencia obtenida con la muestra patrón pero sin superar las resistencias de manera independiente para cada material. Finalmente, se concluye que, la adición de cascarilla de quinua y cenizas de ichu mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto convencional, en un 14% y 16% de incremento respectivamente, resultado eficaz la utilización de estos materiales para el mejoramiento de las propiedades de concretos.

Palabras Clave: Cascarilla de quinua, cenizas de ichu, concreto.



ABSTRACT

This study, entitled "Incidence of the addition of quinoa husks and ichu ash on the compressive strength of conventional concrete in the province of San Román," aims to evaluate the incidence of the addition of quinoa husks and ichu ash on the compressive strength of concrete in the province of San Román. The methodology is based on an experimental design, explanatory level, and quantitative approach. The dosages for quinoa husks were 0.1%, 0.3%, and 0.6%, while those for ichu ash were 0.5%, 1.5%, and 2.5%. The results obtained from the standard concrete showed a strength of 214.96 kg/cm², serving as a reference point. The incorporation of 0.3% resulted in a significant increase, reaching 239.75 kg/cm². Similarly, with an addition of 2.5% ichu ash, a significantly higher strength of 243.54 kg/cm². However, the optimal combination of 0.1% quinoa husks and 2.5% ichu ash resulted in a final strength of 232.23 kg/cm², considerably exceeding the strength obtained with the standard sample but not exceeding the strengths of each material independently. Finally, it is concluded that the addition of quinoa husks and ichu ash significantly improves the compressive strength of conventional concrete, with increases of 14% and 16%, respectively, making the use of these materials effective for improving the properties of concrete.

Keywords: Quinoa husk, ichu ash, concrete.



INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de optimizar tanto las cualidades mecánicas como la sostenibilidad de los materiales que se utilizan en la construcción, el campo de la ingeniería civil ha sido el impulsor de la investigación de diversas modificaciones y adiciones en la composición de los componentes fundamentales. Esto se ha hecho con el fin de optimizar los materiales de construcción que se utilizan. Contextualmente hablando, la intención central de la investigación es investigar las formas en que la adición de ceniza de ichu y cascarilla de quinua al concreto ordinario en la provincia de San Román afecta las resistencias compresivas del concreto.

La creciente conciencia ambiental y la necesidad de encontrar alternativas ecoeficientes en la construcción han impulsado la investigación de nuevas fuentes de materiales que no solo mejoren las propiedades del concreto, sino que también reduzcan su impacto ambiental. La quinua, un cultivo ancestral ampliamente cultivado en la región, y las cenizas de ichu, subproducto de actividades agrícolas y ganaderas locales, se presentan como opciones prometedoras para ser incorporadas en la mezcla de concreto convencional.

El propósito central de esta investigación es evaluar el impacto de la inclusión de cascarilla de quinua y cenizas de ichu en el comportamiento del concreto bajo cargas de compresión, considerando las características específicas del entorno climático y geográfico de San Román. Al abordar esta temática, se busca proporcionar a la comunidad científica y al sector de la construcción una comprensión más profunda sobre el potencial de estas adiciones para mejorar la calidad del concreto y, al mismo tiempo, abogar por prácticas constructivas más sostenibles.



A lo largo del estudio, en el primer capítulo se esbozan y definen las variables principales que se utilizarán en el análisis. Además, se ofrece una introducción al tema principal, se esbozan los objetivos de la investigación y se explica por qué es pertinente el estudio. Además, formula las hipótesis que corresponden a los objetivos.

En el segundo capítulo, se ofrecen los fundamentos teóricos que subyacen a la investigación, y en este capítulo también se revisan estudios anteriores que guardan relación con el tema que nos ocupa. En esta parte, se presenta una síntesis de los conceptos teóricos y conceptuales más importantes que han sido ofrecidos por investigaciones previas y especialistas en el tema.

El tercer capítulo se dedica a describir los procesos y métodos que se utilizarán en el estudio, así como a definir los temas que se investigarán.

Mediante la utilización de tablas y gráficos, los datos recopilados se presentan en el cuarto capítulo de forma comprensible y fácilmente accesible. Para facilitar la interpretación de estos datos, se comparan con los resultados de investigaciones anteriores.

Las conclusiones más significativas de la investigación se presentan al final del informe, junto con algunas recomendaciones que pueden ponerse en práctica y una lista de posibles referencias.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel mundial, el sector de la construcción enfrenta un gran desafío: reducir el impacto ambiental asociado al uso intensivo de recursos naturales y la elevada emisión de dióxido de carbono (CO_2) vinculada a la producción de cemento. Según reportes del Global Cement and Concrete Association (GCCA), la fabricación de cemento Portland genera aproximadamente el 7 % de las emisiones globales de dióxido de carbono. Este escenario ha suscitado un interés cada vez mayor preocupación en organismos internacionales y centros de investigación, que promueven el desarrollo de materiales alternativos, sostenibles y de bajo impacto ambiental. En ese marco, se impulsa el uso de subproductos agroindustriales y residuos orgánicos como insumos complementarios en la elaboración de concretos más ecológicos.

En el caso del Perú, esta problemática adquiere particular relevancia, ya que el sector de la construcción continúa creciendo en respuesta al aumento demográfico y a la necesidad de infraestructura urbana y rural. Sin embargo, la dependencia casi exclusiva del cemento convencional limita el desarrollo de alternativas más sostenibles. A pesar de contar con una gran diversidad de recursos naturales y residuos agroindustriales subutilizados, como la cáscara de quinoa (proveniente de regiones altoandinas) o las



cenizas del ichu (paja nativa de altura), estos no han sido incorporados sistemáticamente como insumos técnicos en mezclas de concreto. La falta de investigación aplicada y validación científica representa una barrera para su aprovechamiento en la industria constructiva nacional.

En la provincia de San Román, donde se sitúa el presente estudio, el problema adquiere una dimensión más directa y urgente. Esta zona altoandina no solo genera altos volúmenes de residuos agrícolas, como la cascarilla de quinua, producto de la actividad agropecuaria local, sino que además se encuentra rodeada de recursos naturales subutilizados, como el ichu, cuya quema produce cenizas potencialmente útiles como aditivo en mezclas cementicias. Sin embargo, estos materiales son desechados o desaprovechados, generando impactos negativos al medio ambiente y desperdiciando oportunidades de innovación técnica.

A pesar de la necesidad de mejorar la sostenibilidad del concreto en zonas de altura donde las condiciones climáticas extremas afectan su desempeño, no se han desarrollado soluciones concretas que valoren estos insumos locales, que podrían fortalecer la economía circular, reducir costos de producción y mejorar las propiedades mecánicas del concreto convencional.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida incide la adición de cascarilla de quinua y cenizas de ichu sobre la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la provincia de San Román?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuál es el impacto en la resistencia a compresión del concreto al incorporar cascarilla de quinua en concentraciones de 0.1%, 0.3%, y 0.6%?

- b. ¿Cuál es el impacto en la resistencia a compresión del concreto al adicionar cenizas de ichu en proporciones de 0.5%, 1.5% y 2.5%?
- c. ¿Cuál es el efecto de la combinación de los porcentajes óptimos de cascarilla de quinua y cenizas de ichu en la resistencia a compresión?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar la incidencia de la adición de cascarilla de quinua y cenizas de ichu sobre la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la provincia de San Román.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- a. Evaluar el impacto en la resistencia a compresión del concreto al adicionar cascarilla de quinua en concentraciones de 0.1%, 0.3%, y 0.6%.
- b. Evaluar el impacto en la resistencia a compresión del concreto al adicionar cenizas de ichu en concentraciones de 0.5%, 1.5% y 2.5%.
- c. Determinar el efecto de la combinación de los porcentajes óptimos de cascarilla de quinua y cenizas de ichu en la resistencia a compresión.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 *Justificación técnica*

La investigación se justifica técnicamente a causa de la necesidad de perfeccionar las cualidades mecánicas del concreto, un material fundamental en la construcción civil. La inclusión de cáscara de quinua y cenizas de ichu como aditivos podría influir en la resistencia a la compresión del concreto, abriendo la puerta a soluciones innovadoras y sostenibles en el diseño y construcción de estructuras. La investigación contribuirá a la creación de estructuras más sostenibles desde el punto de vista estructural, incorporando



prácticas avanzadas de ingeniería civil que minimizan el impacto ambiental sin comprometer la seguridad y la eficiencia.

1.4.2 Justificación económica

Desde el ángulo económico, la investigación busca optimizar los costos durante la edificación mediante el empleo de diversos materiales alternativos locales, como la cáscara de quinua y las cenizas de ichu, la implementación exitosa de estos recursos podría reducir los gastos asociados con la adquisición de aditivos convencionales. Al utilizar subproductos locales, se fomenta la economía agrícola regional, creando una cadena de suministro que beneficia a los agricultores locales y estimula el desarrollo económico sostenible. La inversión en la investigación y aplicación de nuevas mezclas de concreto puede considerarse como una estrategia rentable a largo plazo, ya que se espera que las estructuras construidas sean más duraderas y requieran menos mantenimiento.

1.4.3 Justificación social

Desde una perspectiva social, la investigación aborda la importancia de contribuir al desarrollo sostenible de la provincia de San Román. La utilización de subproductos agrícolas locales como la cáscara de quinua y las cenizas de ichu no solo promoverá la agricultura local, sino que también podría generar nuevas oportunidades de empleo en la cadena de suministro de estos materiales. Además, la mejora de las cualidades del concreto puede llevar a la construcción de infraestructuras más duraderas y seguras, beneficiando directamente a la comunidad al proporcionar estructuras más resistentes y confiables.

1.4.4 Justificación ambiental

Desde una perspectiva ambiental, la investigación busca reducir el impacto ambiental asociado con la construcción utilizando materiales reciclados y subproductos



agrícolas. La cáscara de quinua y las cenizas de ichu son opciones sostenibles que pueden mitigar la necesidad de recursos no renovables, como ciertos aditivos convencionales. Al incorporar estos materiales en el concreto, se promueve la reutilización y la reducción con el uso de residuos industriales, reforzando el compromiso con el medio ambiente y fomentando prácticas más responsables en el rubro de la construcción.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 *Hipótesis general*

La adición de cascarilla de quinua y cenizas de ichu tiene un impacto positivo sobre la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la provincia de San Román.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- a. El impacto en la resistencia a compresión del concreto al adicionar cascarilla de quinua en concentraciones de 0.1%, 0.3%, y 0.6% será de manera positiva.
- b. El impacto en la resistencia a compresión del concreto al adicionar cenizas de ichu en concentraciones de 0.5%, 1.5% y 2.5% será de manera positiva.
- c. La combinación de los porcentajes óptimos de cascarilla de quinua y cenizas de ichu tendrá un efecto positivo en la resistencia a compresión.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 *Variable independiente*

Cascarilla de quinua y cenizas de ichu

Indicadores:

- Adición de cascarilla de quinua en concentraciones de 0.1%, 0.3%, y 0.6%.
- Adición de cenizas de ichu en concentraciones de 0.5%, 1.5% y 2.5%.



1.6.2 *Variable dependiente*

Resistencia a la compresión del concreto

Indicadores:

- Control de resistencia a los 7 días de curado
- Control de resistencia a los 14 días de curado
- Control de resistencia a los 28 días de curado



1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable independiente	Definiciones	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Instrumentos de mediciones
Cascarilla de quinua	La cascarilla de quinua es la cubierta exterior de la semilla de quinua. Puede ser utilizada en la elaboración de concreto como un agregado, lo que influye favorablemente en las propiedades.	Dosificación de cascarilla de quinua	Cascarilla de quinua en concentraciones de 0.1%, 0.3%, y 0.6%.	%	Báscula Electrónica, Plantilla de datos.
Cenizas de ichu	El "ichu" es una planta andina de la familia de las gramíneas, común en regiones de altura en América del Sur.	Dosificación de cenizas de ichu	Cenizas de ichu en concentraciones de 0.5%, 1.5% y 2.5%.	%	Báscula Electrónica, Plantilla de datos
Variable dependiente	La resistencia a la compresión del concreto es una propiedad clave que indica la capacidad del concreto para soportar cargas y resistir la compresión sin romperse.	Resistencia a la compresión	<ul style="list-style-type: none"> •Control de resistencia a los 7 días de curado •Control de resistencia a los 14 días de curado •Control de resistencia a los 28 días de curado 	7, 14 y 28 días	Laboratorio



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según Su y Xu (2023) en su estudio de "Propiedades mecánicas del concreto que contiene arena de vidrio y ceniza de cáscara de arroz" afirman que la utilización de arena vítrea y ceniza de cascarilla de arroz en la producción de concreto no sólo ayuda a preservar los recursos naturales de arena de río y fomenta la reutilización de residuos, sino que también mitiga la reacción álcali-sílice que provoca la combinación de arena vítrea y lechada de cemento gracias al efecto puzolánico de la ceniza de cascarilla de grano de arroz. Para determinar si sería posible o no incorporar estos elementos al concreto ordinario, se realizaron varias pruebas para analizar las cualidades mecánicas del concreto creado con arena de vidrio y del concreto que incluía ceniza de cáscara de arroz. El objetivo de estos estudios era determinar si sería factible o no incorporar estos materiales. Se ha demostrado experimentalmente que la incorporación de arena de vidrio al concreto estándar reduce la absorción de agua y la resistencia a la compresión del concreto, al tiempo que mejora su resistencia-tracción, al cizallamiento y a la compresión cíclica. Por otra parte, la ceniza de cascarilla de arroz contribuye considerablemente a mejorar tanto la resistencia a la compresión como la resistencia última de tracción del concreto de arena



vítrea. En aplicaciones de concreto estructural, las tasas de sustitución del treinta por ciento y el cuarenta y cinco por ciento no son adecuadas. La tasa de sustitución óptima es del quince por ciento. Es importante destacar que, a pesar de que la ceniza de cascarilla de arroz puede disminuir la resistencia al cizallamiento y el comportamiento cíclico a compresión del concreto de arena vítrea, también ha demostrado ser útil para aumentar la resistencia al agrietamiento del concreto de arena vítrea.

Según Hakeem et al. (2022) en el artículo titulado "Efectos de las cenizas de tallos de sésamo y paja de arroz de tamaño nanométrico sobre las propiedades del concreto de alta resistencia", nos dice que las nanocenizas de tallos de sésamo (NSSA) y las cenizas de paja de arroz (RSA) son subproductos de la producción de bioenergía. El objetivo de este artículo fue investigar los efectos del uso de NSSA con RSA en las cualidades del concreto de alta resistencia (HSC). Las propiedades de NSSA y RSA se evaluaron mediante microscopía electrónica de barrido con espectroscopia de rayos X de energía dispersiva, análisis termogravimétrico con análisis térmico diferencial y difracción de rayos X. Se reemplazaron proporciones ordinarias de cemento Portland por diferentes proporciones de NSSA (0%, 2,5%, 5%, 7,5% y 10%) con RSA (10%, 20% y 30%) para preparar 16 mezclas de concreto. Las propiedades de NSSA y RSA que contienen HSC se evaluaron mediante una prueba de asentamiento inmediatamente después de la fundición, la resistencia compresiva a 7, 14 y 28 días; además, se probaron la resistencia a la tracción indirecta, la resistencia a la flexión y elasticidad a los 28 días. Las pruebas de microestructura mostraron que el tratamiento con cenizas mejoró las propiedades de HSC al eliminar el carbono y la materia orgánica no quemada. El aumento de la tasa de reposición de cenizas provocó una disminución de la trabajabilidad. Las mezclas que contenían (20% RSA y 2,5% NSSA) y (20% RSA y 5% NSSA) alcanzaron las resistencias a la compresión más altas de 88,9 y 90,7 MPa, respectivamente. Además, las mezclas que contienen (20% RSA y 2,5% NSSA) lograron los valores incrementados de resistencia a tracción, flexión y módulo elástico de 7,3, 10,7 y 38600 MPa, respectivamente.

2.1.2 Antecedentes nacionales

La investigación de Saavedra, (2018) titulada "Resistencia de un concreto F´C=210 kg/cm² con cemento sustituido en 2%, 4% y 6% por ceniza de rastrojo de quinua del distrito de Chacas", se realizó con el objetivo principal de determinar los impactos que traería el uso de ceniza de rastrojo de quinua en lugar de cemento en las siguientes proporciones: 2%, 4% y 6%. En 2017. Con el propósito principal de lograr una resistencia definida de 210 kg/cm², el objetivo principal fue la comparación de este valor con la resistencia de un concreto de referencia. El marco científico consistió en identificar el rango de activación para la ceniza de rastrojo de quinua, el cual se encontró entre 250 y 350 grados centígrados, con un valor promedio de 300 grados centígrados. Se llevó a cabo una investigación adicional sobre la composición química de las cenizas. Se determinó que el mortero tenía una relación de 0,68 proporciones de aire a cemento. En comparativa con el concreto estándar (114,07%), los resultados de la investigación revelaron diferencias significativas en la resistencia del concreto después de 28 días. Estas diferencias fueron las siguientes: sustitución por 2% de ceniza (112,65%), sustitución por 4% de ceniza (109,73%) y sustitución por 6% de ceniza (108,47%). Esto significa que existe una discrepancia de 5.61 por ciento entre el concreto ordinario y el concreto que consistió en una sustitución de ceniza de rastrojo de quinua a razón de 6%. Los hallazgos indican que la ceniza de rastrojo de quinua el alcance de activación para la ceniza derivada del rastrojo de quinua del concreto, lo que conduce a una reducción en la cuantía de cemento necesaria para lograr el nivel deseado de resistencia.

Este estudio de investigación realizado por Ramos Vilca, (2022) titulada "Efecto de la incorporación de cenizas de ichu en la elaboración de concreto estructural en el distrito de Chaupimarca, Pasco 2021" se centra en investigar el aprovechamiento de las cenizas de ichu, que son un tipo de ceniza que se encuentra en las zonas altoandinas. En regiones que incluyen depósitos sedimentarios que se formaron como resultado de la meteorización de rocas pertenecientes al grupo Pucara, en particular rocas calizas dolomíticas, estas



plantaciones pueden prosperar. La cantera Sacra Familia fue la fuente de extracción de los materiales utilizados en el proyecto. El enfoque que se utilizó se considera experimental, e implicó la creación de especímenes concretos. Se decidió generar muestras estándar, y las dosis se alteraron en porcentajes de 0,5%, 1,5% y 3%. Según los resultados alcanzados en el laboratorio, el concreto de cimentación alcanzó una resistencia de 235,64 kg/cm². Por otro lado, se alcanzó un nivel de resistencia de 253,37 kg/cm² incluyendo un 0,5% de ceniza de ichu en la mezcla. Con una dosis del 1,5% de ceniza de ichu, la resistencia aumentó a 263,88kg/cm², y con la añadidura del 3%, se produjo una resistencia de 270,58 kg/cm². Ambos resultados constituyen diferencias significativas. La conclusión que puede extraerse de estos datos es que la incorporación de ceniza de ichu al concreto produce un incremento considerable de la resistencia compresiva del material. Este alentador hallazgo implica que la incorporación de ceniza de ichu al concreto puede ser una opción realista y ventajosa para mejorar las cualidades del concreto. Esto abre la puerta al potencial de su aplicación en la construcción de estructuras más resistentes a los daños en determinadas regiones, como las zonas altoandinas.

La investigación realizada por Matias y Rixe, (2022) titulada "Comparación de sustitución de cenizas de Ichu y ceniza de carbón en las cualidades del concreto F'C 210 KG/CM2 para edificaciones, Pasco 2022", tuvo como objetivo principal investigar las características del concreto que tuvo una resistencia f_c 210kg/cm² y se elaboró sustituyendo cemento por ceniza de ichu y ceniza de carbón en porcentajes de 5%, 7.5% y 10% respectivamente. Se utilizó una técnica de investigación aplicada y explicativa, y para la investigación a realizar se utilizó un diseño experimental cuantitativo. En total, fueron 189 probetas las que formaron parte de la población. El objetivo principal del estudio fue evaluar el desempeño del concreto mientras se sustituyen materiales naturales fácilmente disponibles presentes en el área. El objetivo final del proyecto era mejorar la infraestructura del área local. Para lograr este objetivo, realizamos experimentos con los antecedentes y evaluamos la resistencia. La incorporación de una adición natural a una



mezcla de concreto estándar dio como resultado que la mezcla mostrara una resistencia característica de 210 kg/cm². Se utilizaron tres dosis distintas del aditivo: 5%, 7,5% y 10%. El concreto alcanzó una resistencia compresiva de 246,73kg/cm² después de dejarlo curar durante 8 días. La resistencia de 250,11kg/cm² se logró sustituyendo el otro componente por un 5% de ceniza de ichu, lo que indica una ligera mejora en resistencia en comparación con el otro componente. Sin embargo, la sustitución del 7,5% resultó en una disminución de la resistencia a 192,15 kg/cm², y la sustitución del 10% resultó en una disminución aún mayor de la resistencia a 186,63 kg/cm². Con base en los hallazgos se ha determinado que la proporción más ventajosa se logra incorporando ceniza de ichu al concreto estándar a razón del 5%. Esta proporción específica conduce a un aumento de la resistencia.

2.1.3 Antecedentes regionales

La tesis de Leon, (2021) titulada "La influencia de la cascarilla de quinua en las propiedades físico-mecánicas del concreto, Juliaca - 2021", sugiere que se deben agregar diferentes proporciones de cáscara de quinua. añadido a una mezcla de concreto. Estas proporciones son 0,12%, 0,2% y 0,4% con respecto al peso del cemento. Para extraer la cáscara de quinua, que se encuentra en la capa exterior de los granos, se utiliza un método seco para escarificar los granos, lo que finalmente da como resultado un polvo que tiene una alta concentración de saponina. La adición de esta sustancia, que tiene cualidades similares a las de los detergentes, se recomienda para su uso en el concreto como componente inductor de aire. Lograr una resistencia compresiva de 210 kg/cm² fue el objetivo de la estrategia de investigación, que requirió emplear el método de comité ACI. En la muestra de estudio se incluyeron 72 probetas y 12 vigas. Estas muestras se sometieron a pruebas de resistencia a la compresión, la tracción y la flexión a los 7, 14 y 28 días después de la primera prueba. La información recopilada durante la investigación sugirió que el concreto base fue capaz de alcanzar una resistencia de 219,00 kg/cm². Se observó que la utilización de 0,12% de cáscara de quinua resultó en una mejora



significativa, lo que llevó a una resistencia de 276 kg/cm². La resistencia, por otro lado, disminuyó a 256 kg/cm² cuando se hizo un aumento del 0,2%, y se observó una caída aún más dramática cuando se aplicó una adición del 0,4%, alcanzando 227,7 kg/cm². La conclusión más importante que se puede sacar de esto es que la incorporación de cáscara de quinua al concreto tiene un efecto positivo en las propiedades físicas y mecánicas del material. Es importante destacar la dosis óptima del 0,12% porque condujo a la mayor resistencia compresiva después de 28 días, con un aumento considerable de 57,0 kg/cm² en comparación con el concreto típico. Con base en los hallazgos, parece que incluir cáscara de quinua en las mezclas de concreto no solo es factible sino también beneficioso en términos de mejorar las cualidades del concreto.

La tesis de Quispe, (2022) titulada "Influencia de la cascarilla de cañihua en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$, Puno - 2022" tiene como objetivo realizar una investigación sobre el impacto que la cáscara de cañihua. Según los hallazgos del estudio, existen numerosas proporciones diferentes de incorporación de cáscara de cañihua a la mezcla de concreto. Estas proporciones incluyen el 0,12%, el 0,3% y el 0,6%. Existe un componente natural conocido como saponina que se considera que incluye aire. Para asegurar que el diseño de la mezcla cumpliera con los requisitos establecidos por el comité ACI 211, se utilizó una resistencia a la compresión estándar de $f_c=210\text{kg/cm}^2$. Como parte del proyecto de investigación, se realizaron análisis de un total de 72 muestras y 12 vigas. Después de siete, catorce y veintiocho días de curado, estas muestras fueron sometidas a una serie de pruebas que incluyeron cargas de compresión, tracción y flexión. Como resultado de los hallazgos, se determinó que la resistencia compresiva de cimentación era de 214,93 kg/cm². La resistividad se incrementó a 223,24 kg/cm² cuando se incorporó a los materiales 0,12% de cáscara de cañihua. Sin embargo, después de añadir el 0,6%, la resistencia alcanzó 210,94 kg/cm², que fue significativamente mayor que el valor anterior de 238,23 kg/cm² que se alcanzó. La inferencia clave que se puede extraer de esto es que la incorporación de la adición natural



de cascarilla cañihua tiene una influencia positiva en las cualidades del concreto. Se considera que una dosis del 0,3% es la más adecuada, ya que produce excelentes resultados a los 28 días.

En el estudio realizado por Callata & Challa, (2022), titulado "Evaluación técnico-económica de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ kg/cm², adicionando cenizas de totora, Puno - 2022", investigan los efectos de la incorporación de cenizas de espadaña al concreto. Para producir las cenizas se utilizaba la materia prima conocida como totora seca, que luego se incorporaba parcialmente al cemento en proporciones de cinco por ciento, diez por ciento y quince por ciento respectivamente. La investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque cuantitativo y un diseño cuasiexperimental. El nivel de explicación también fue parte de la investigación. La población bajo investigación estuvo conformada por especímenes que fueron utilizados en la formulación de concreto con una densidad de 210 kg/cm² y cemento Portland, con la inclusión de ceniza de carrizo al 5, 10 y 15%. El estudio contuvo un total de 36 especímenes y se llevaron a cabo tres experimentos en diferentes edades para cada diseño. Juntos, estos ensayos se llevaron a cabo. Según los resultados, la incorporación de un 5% de cenizas de totoras al cemento produjo una resistencia compresiva de 230,2 kg/cm² después de dejar curar el cemento durante un período de 28 días. Este era un 4,1% más resistente que el concreto normal, que era el estándar anterior. Después de comparar el diseño óptimo con un concreto con una resistencia compresiva de 210 kg/cm², se descubrió que el diseño ideal se podía obtener añadiendo al menos un 5%. Para el patrón de concreto en particular, se determinó que la resistencia compresiva era de 221,6 kg/cm² cuando se midió. La resistencia compresiva, por otro lado, aumentó a 230,2 kg/cm² cuando se tuvo en cuenta el 5% de ceniza de espadaña. Inicialmente, la resistencia creció un 10%, lo que resultó en un valor de 202,5 kg/cm². Posteriormente la resistencia aumentó un 15%, lo que dio como resultado un valor de 186,20 kg/cm². Al final se determinó que la muestra que tuvo un aumento del

5% en ceniza de carrizo derivada de las tierras altas fue la que mejoró e incrementó la resistencia a la compresión del concreto patrón.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Incidencia de la adición de cascarilla de quinua en el concreto*

La inclusión de cascarillas de agricultura en el concreto se refiere al uso de residuos de cultivos, como cáscara de arroz, cáscara de nueces, cáscaras de coco u otros subproductos agrícolas, como parte de los ingredientes para la fabricación de concreto. Este enfoque busca aprovechar materiales naturales que de otra manera podrían considerarse desechos y contribuir a la sostenibilidad ambiental. Al incorporar estos materiales en el concreto, se busca mejorar sus propiedades y minimizar la dependencia de recursos no renovables.

En el estudio de (Arapa, 2023) sobre el uso de cascarillas de arroz como sustituto, se llegó a la conclusión de que la inclusión de estas contribuye favorablemente a dosificaciones pequeñas. Sin embargo, dosificaciones aumentadas pueden tener un impacto negativo en la resistencia compresiva.

Algunos beneficios de la inclusión de cascarillas de agricultura en el concreto pueden incluir:

- **Sostenibilidad ambiental:** La utilización de subproductos agrícolas contribuye significativamente a disminuir los volúmenes de desechos destinados a los vertederos, fomentando prácticas más sostenibles y respetuosas con el entorno ambiental.
- **Reducción de la demanda de materiales vírgenes:** Al reemplazar parcialmente los materiales tradicionales del concreto con cascarillas de agricultura, se puede disminuir la demanda de recursos naturales no renovables, como la arena y la grava.



- Mejora de cualidades del concreto: Dependiendo del tipo de cascarilla y su contenido mineral, la inclusión de estos materiales puede mejorar algunas cualidades del concreto, como la resistencia compresiva, la durabilidad y la trabajabilidad.
- Costos: En algunas regiones, el uso de cascarillas de agricultura puede resultar más económico que los materiales tradicionales, especialmente si se producen localmente.

2.2.2 Cascarilla de quinua

a) Quinua

La quinua, también llamada quinoa, es un pseudocereal originario de las zonas cercanas al lago Titicaca en Perú y Bolivia. Este cultivo fue desarrollado y empleado por civilizaciones precolombinas, y aunque los cereales introducidos durante la colonización española la desplazaron, sigue siendo un alimento esencial en la región andina. La quinua destaca por su alto valor proteico y su capacidad para adaptarse a variados climas. Además, su cáscara contiene saponina, un compuesto con aplicaciones reconocidas en la industria cosmética, de la salud y agrícola.

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un cultivo predominante en la región de la sierra en Perú y es reconocida como un pseudocereal nutritivo. En épocas antiguas en Sudamérica, la quinua era considerada un alimento esencial por la población. No obstante, su producción disminuyó con el tiempo debido a la introducción del trigo y la cebada por parte de los españoles, que sustituyeron su cultivo.

Figura 1

La quinua



Nota. (Estación Experimental Agraria, Illpa - PunoAgraria, 2013)

Este cultivo demuestra una notable capacidad para adaptarse y resistir condiciones climáticas extremas, cultivándose principalmente en los sectores centrales y meridionales de la región andina. Estas zonas ofrecen un ambiente ideal, con un rango climático que va de bueno a muy bueno. Sin embargo, en áreas más húmedas, como la vertiente oriental, y en los cálidos valles interandinos de la vertiente occidental, la producción se ve significativamente reducida. Esto se debe a su escasa tolerancia al exceso de humedad y a la presión de plagas y enfermedades, lo que lleva a una aptitud climática que varía de regular a muy mala (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2021).

La quinua es una planta herbácea de ciclo anual que puede alcanzar alturas de uno a tres metros. Se destaca por su resistencia y capacidad de adaptación a distintas temperaturas, siendo capaz de tolerar desde $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (García & Plazas, 2018). Esta planta se caracteriza por tener grupos de semillas diminutas, que se organizan en panojas en la parte superior, y cuyo tamaño oscila entre 1,5 mm y 4 mm de diámetro, en función de la variedad de quinua.



b) Cascarilla de quinua

La cascarilla de quinua se refiere a la capa externa y protectora que recubre el grano de quinua, que es un pseudocereal cultivado principalmente por su alto valor nutricional. La quinua es conocida por ser un componente dietético completo por su balance de macronutrientes y micronutrientes. La cascarilla de quinua es la capa más externa del grano y generalmente se retira durante el proceso de limpieza y refinación del grano antes de su consumo. Esta capa exterior puede tener un sabor amargo y contiene saponinas, compuestos naturales que actúan como defensa contra insectos y otros depredadores.

Según Suxo & Almanza, (2018), el pericarpio es la capa más externa del fruto. Se caracteriza por una estructura similar a la de los alvéolos y se puede encontrar en una amplia gama de colores, que incluyen translúcido, blanco, crema, amarillo, naranja, rosa, rojo, morado, marrón, gris y negro. Ciertos genotipos tienen propensión a que el pericarpio se desprenda fácilmente de la planta durante el proceso de eliminación de saponinas. Es importante llamar la atención sobre el hecho de que el pericarpio es la capa particular en la que se encuentra esta sustancia química.

Cuando hablamos de la capa exterior del grano de quinua, nos referimos a la cáscara de la quinua. Antes de ser puesto a la venta, el cereal andino es despojado de esta característica, a pesar de que tiene un sabor sumamente áspero. Este cereal en particular posee propiedades antimicrobianas y contiene saponina, una sustancia que ha demostrado mediante investigaciones científicas que tiene efectos beneficiosos en los campos de la agricultura, la salud y la cosmética.

La capa más externa de la quinua contiene un material llamado saponina, que es una sustancia química útil. Los glucósidos son un tipo diferente de componente químico que también se puede encontrar en legumbres, verduras, ciertos cereales y raíces. Esta sustancia en particular está clasificada como glucósido. Como beneficio adicional, la

cáscara de quinua se puede utilizar como fertilizante para el suelo. Se han realizado varios estudios para investigar la influencia que tiene la cáscara de quinua en las propiedades físico-mecánicas del concreto. Los hallazgos de estos estudios indican que la cáscara de quinua tiene un impacto favorable sobre estos parámetros (Calderón, 2022).

2.2.3 Cenizas en el concreto

La utilización de cenizas, como las provenientes de la quema de carbón o de residuos agrícolas, en la mejora de las cualidades del concreto es un enfoque sostenible y eficaz en el rubro de la construcción. Estas cenizas, al incorporarse como adición mineral al cemento, actúan como un material cementante suplementario, mejorando la solidez y durabilidad del elemento constructivo. Además, la reacción puzolánica de las cenizas contribuye a la reducción de la permeabilidad, la formación de productos adicionales de hidratación y la disminución de la cantidad de cemento Portland utilizado, lo que no únicamente potencia el desempeño del concreto, sino que también reduce la huella de carbono asociada con la producción de cemento.

Las cenizas volantes de carbón, conocidas también bajo el nombre de puzolanas, son subproductos que se generan como resultado de la calcinación de carbón. Este proceso puede ser tanto natural como artificial, dependiendo del método de producción. A través de este proceso, el carbón se somete a altas temperaturas que resultan en la formación de pequeñas partículas finas y ligeras que poseen propiedades únicas. Estas propiedades se destacan principalmente por su capacidad de reacción con cal hidratada, lo que les confiere características cementicias o puzolánicas. Las cenizas volantes tienen un comportamiento muy similar al de otras puzolanas naturales, y son ampliamente utilizadas en la industria de la construcción debido a su potencial para mejorar la resistencia y durabilidad de materiales como el concreto. Materiales de gran finura, en el rango de micrones o nanomicrones, ocupan los espacios vacíos, reduciendo la cantidad de aire atrapado en el concreto. Es probable que estas características hayan favorecido una

prosperidad en la impermeabilidad y en la resistencia a la compresión del concreto (Ramos, 2022).

Según Solarte et al., (2007) en su estudio sobre la ceniza de arroz, los resultados de la investigación sugieren que cuando esta ceniza, que es fácilmente accesible localmente, se utiliza en la mezcla de concreto, puede ofrecer beneficios significativos en términos de propiedades mecánicas. En particular, el estudio destaca que la ceniza de arroz, cuando se emplea en su forma finamente molida, tiene un impacto positivo al mejorar la resistencia a la compresión del concreto. Además, se observó que la permeabilidad del concreto a agentes externos perjudiciales, como los iones de cloruro, se reduce considerablemente. Esta propiedad es crucial, ya que la infiltración de estos agentes agresivos puede afectar la durabilidad y la vida útil del concreto en estructuras expuestas a ambientes agresivos. Los resultados demuestran que el uso de ceniza de arroz como aditivo para concreto puede ser una opción viable y sostenible para mejorar su desempeño, especialmente en regiones donde este material es de fácil acceso.

Las cenizas resultantes de la calcinación de residuos agrícolas, como fibra de coco, paja de trigo, restos de boñiga, ceniza de rastrojos de quinua, caña de azúcar, entre otros, se obtienen a temperaturas aproximadas de 400 grados centígrados o superiores. Una incineración adecuada y eficiente produce una ceniza mineral compuesta principalmente de alúmina y sílice. El comportamiento de estas cenizas se ve afectado por la temperatura de incineración, y es relevante señalar que poseen propiedades cementicias (Escobar, 2022).

Beneficio de la utilización de las cenizas de residuos agrícolas:

- **Sostenibilidad:** Al reutilizar los residuos agrícolas, se reduce la cuantía de desechos y se contribuye a la sostenibilidad ambiental.
- **Disminución de las emisiones de carbono:** La fabricación de cemento constituye una fuente significativa de emisiones de dióxido de carbono. Al sustituir parte del cemento

con cenizas de residuos agrícolas, se pueden reducir las emisiones asociadas con la fabricación de cemento.

- Mejora de propiedades mecánicas: Las cenizas de residuos agrícolas pueden mejorar algunas cualidades del concreto, como la resistencia a la compresión y la durabilidad.
- Reducción de costos: En algunos casos, el uso de cenizas de residuos agrícolas puede ser más económico que el uso exclusivo de cemento.
- Menor demanda de recursos naturales: Al minimizar el consumo de cemento en el diseño de mezcla, se reduce la demanda de recursos naturales como la piedra caliza y la arcilla.

2.2.4 Incidencia de la adición de cascarilla ceniza de ichu

a) Ichu

Esta planta, originaria del altiplano, es común en América del Sur y suele servir como fuente de alimento para el ganado. Alcanza alturas de 0.6 a 1.8 metros, con hojas erectas y rígidas. Además de su uso convencional, esta hierba presenta beneficios notables y, en algunos casos, se emplea en la producción de ladrillos. Desde una perspectiva ambiental, desempeña un papel útil al contribuir a la compensación de carbono y prevenir la erosión del suelo en la región andina (Buiza, 2022).

Figura 2

El ichu



Nota. Tomada de (Matias & Rixe, 2022)

El término "ichu" o "chillwa" se refiere a una especie de planta gramínea que se halla predominantemente en las zonas andinas de América del Sur, particularmente en naciones como Perú y Bolivia. Su nombre científico es *Stipa ichu*. Esta planta es conocida por varios nombres en diferentes regiones como "ichu" y "chillwa" (Buiza, 2022).

El ichu es una hierba perenne que forma densos matorrales en las altitudes elevadas de los Andes, a menudo por encima de los 3,000 metros sobre el nivel del mar. Es una fuente importante de forraje para el ganado en estas áreas de pastoreo de alta montaña. Además, las comunidades locales a menudo utilizan el ichu para la construcción de techos y como material de embalaje (Buiza, 2022).

El Ichu, una gramínea autóctona, prospera en áreas elevadas de los Andes a altitudes superiores a los 3800 metros sobre el nivel del mar, específicamente en la región de la Puna. Varias comunidades y particulares llevan a cabo la recolección de cantidades variables de este pasto en estado semi seco, destinado principalmente para su aplicación en los techos de las construcciones acostumbrados de la región. El proceso de secado se realiza de manera artesanal, mediante exposición al sol, seguido por el almacenamiento hasta su utilización o demanda, ya sea para consumo propio o comercialización (Chea, 2023).

Figura 3

Recolecta del ichu



Nota. Tomada de (Chea, 2023)



Esta variante botánica exhibe un hábitat propicio para su desarrollo en terrenos caracterizados por quebradas pronunciadas, laderas montañosas, pampas, elevaciones y márgenes fluviales. Constituye un componente integral de la cobertura natural del suelo, cuyos rebrotes jóvenes son objeto de consumo por parte de fauna, especialmente los camélidos sudamericanos. Asimismo, la población residente en las zonas elevadas de los Andes emplea este recurso vegetal en la confección de techos y coberturas para sus moradas (Abarca & Baltazar, 2016).

b) Cenizas de ichu

Las regiones andinas presentan una diversidad notable de plantas nativas, entre las cuales destaca el "ichu". Esta planta reviste gran importancia en la zona, ya que se emplea extensamente como forraje para el ganado, incluyendo llamas y ovejas. Además, el ichu desempeña un papel crucial en la construcción local, utilizado para la confección de techos de viviendas y la producción de ladrillos de adobe mediante el secado de la arcilla. Asimismo, se aprovecha como fuente de combustible en diversas aplicaciones (Buiza, 2022).

La ceniza de ichu se somete a un proceso de calcinación a 620 °C durante 2 horas, utilizando una muestra estándar para determinar el grado y el tiempo adecuados. Los resultados del análisis químico realizado mediante fusión alcalina indican que los principales constituyentes de la ceniza de ichu son sílice, aluminio y óxido de potasio (Sucasaca & Tamayo, 2022).

Estas cenizas son utilizadas tradicionalmente en la agricultura andina como un fertilizante natural, ya que contienen nutrientes esenciales como potasio, fósforo y otros elementos beneficiosos para el suelo. La práctica de esparcir estas cenizas en los campos agrícolas se ha transmitido de generación en generación entre las comunidades indígenas, contribuyendo a mejorar la calidad del suelo y promover el crecimiento de cultivos en un entorno de cultivo a menudo desafiante (Sucasaca & Tamayo, 2022).



La incorporación de cenizas que provienen de la quema de la gramínea ichu o chilliwa como un componente suplementario en la mezcla de concreto. Este proceso, conocido como adición mineral, busca mejorar las cualidades del concreto, como su resistencia y durabilidad, al cambiar parcialmente el cemento Portland. Las cenizas de ichu aportan características pozolánicas, contribuyendo a la formación de compuestos que mejoran la resistencia a corrosión y reducen la permeabilidad (Calderón, 2022).

2.2.5 Concreto

El concreto es una mezcla compleja que se compone de varios ingredientes fundamentales, tales como cemento, agua, agregados y aditivos químicos. Estos componentes se combinan en proporciones específicas para formar una masa que es moldeable y fluida, lo que le permite adaptarse a una variedad de formas y estructuras. Una vez que el concreto se seca y endurece, se transforma en un material con una consistencia sólida y resistente, capaz de soportar el paso del tiempo. Su característica principal es su manipulabilidad, lo que lo hace especialmente útil y versátil en la industria de la construcción.

El concreto puede ser utilizado para crear desde pequeños elementos estructurales hasta grandes bloques o elementos de considerable tamaño, gracias a sus destacadas propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión y flexión. Esta capacidad de adaptarse a distintas formas y funciones lo convierte en un material esencial para la edificación de infraestructuras duraderas y sostenibles. Además, su uso es clave en el desarrollo de obras de construcción responsables con el medio ambiente, ya que el concreto es un material central en el diseño de soluciones sostenibles en la construcción moderna (Quispe, 2022).



COMPONENTES

El concreto se compone principalmente de dos elementos clave: el cemento y el agua, que, al mezclarse, sirven como la base para la formación de una masa homogénea. Sin embargo, estos componentes no actúan de manera aislada, sino que se combinan con diferentes tipos de agregados. Los agregados son materiales que desempeñan un papel crucial en la resistencia y durabilidad del concreto.

Se dividen en dos categorías principales: los agregados finos, como la arena, y los agregados gruesos, que incluyen materiales como la piedra chancada, la grava, y otros tipos de rocas trituradas. La interacción entre estos agregados y los componentes líquidos (cemento y agua) crea una mezcla que, al secar y endurecer, adquiere una consistencia similar a la de una roca sólida. Este proceso de formación y endurecimiento no ocurre de manera instantánea, sino que depende de una correcta dosificación de los ingredientes y de un período de curado o maduración, que generalmente dura varios días. Durante este tiempo, el concreto gana fuerza y estabilidad, transformándose en un material con propiedades mecánicas necesarias para soportar cargas y resistir el desgaste con el paso del tiempo (Huacho & Ronceros, 2021).

a. Cemento

Estos componentes, conocidos como clinker, se producen mediante la calcinación de compuestos de arcilla y calcita. Posteriormente, se pulverizan y se combinan en hornos con yeso para otorgar propiedades que previenen la retracción durante el endurecimiento del material. Además, es factible realizar adiciones de puzolana en este procedimiento (Ramos, 2022).

Es un material inorgánico que se presenta generalmente en forma de polvo fino. Al entrar en contacto con agua, este polvo se transforma en una pasta, cuyo proceso de endurecimiento se lleva a cabo gracias a las reacciones químicas y de hidratación que



ocurren a nivel molecular. A medida que la mezcla de cemento y agua interactúa, se forma una estructura sólida que con el tiempo adquiere mayor resistencia. Una de las características destacadas del cemento hidráulico es que, una vez que alcanza su nivel máximo de dureza, la pasta permanece firme y estable a lo largo del tiempo, sin perder sus propiedades, incluso en condiciones adversas (Calderón, 2022).

En el concreto, el cemento es el componente más caro, a pesar de ser un componente esencial que sirve de aglutinante en la mezcla. Por consiguiente, es de suma importancia elegirlo con sumo cuidado y asegurarse de que se utiliza adecuadamente para fabricar un concreto que reúna las cualidades necesarias y, al mismo tiempo, sea rentable. La selección adecuada del cemento y la forma en que se manipula son aspectos críticos en la producción de concreto. Estos aspectos repercuten no sólo en la calidad del producto acabado, sino también en la rentabilidad del concreto (Weninger Padilla, 2020).

b. Agregados

La realización de muestreos de estos materiales es crucial para asegurar su calidad. Estos materiales, posiblemente constituidos mineralógicamente por sílice o calcita, deben ser clasificados de manera apropiada en la planta de acuerdo con sus tamaños para cumplir con los estándares de calidad (Ramos, 2022).

Los agregados constituyen elementos cruciales en la fabricación del concreto, integrándose con la pasta de cemento y agua durante su elaboración. Estos materiales pétreos inertes provienen tanto de la descomposición natural de las rocas como de su trituración mecánica. Componen alrededor del 60 % al 75 % del volumen total de una unidad cúbica de concreto. Las arenas y gravas, productos del desgaste natural causado por elementos como el viento y el agua, desempeñan roles fundamentales en esta mezcla (Ramos, 2022).



TIPOS DE AGREGADOS

- **Agregados Naturales:** Procedentes de fuentes naturales, los agregados naturales surgen en lugares como depósitos fluviales (que incluyen arena y grava de río) o áreas glaciares (donde se encuentran cantos rodados), además de canteras que albergan una variedad de rocas y piedras naturales. Estos pueden usarse tal como se encuentran o modificarse en la distribución del tamaño de sus partículas para satisfacer requisitos específicos. Las partículas de estos agregados se derivan de una masa más significativa que se ha descompuesto por procesos naturales como el intemperismo y la abrasión, o a través de trituración mecánica llevada a cabo por humanos. De este modo, muchas de las propiedades de los agregados reflejan las características de la roca madre de la que provienen (Calderón, 2022).

Desde una perspectiva geológica histórica, estos agregados experimentan transformaciones a través de fenómenos internos de la Tierra. La solidificación y enfriamiento del magma dan origen a las rocas ígneas originales. Luego, los procesos geológicos externos, como la meteorización, generan rocas sedimentarias que, bajo la influencia de presión y temperatura, evolucionan hacia rocas metamórficas. Este ciclo geológico, en constante actividad, es fundamental para comprender la formación de estos agregados (Acuña, 2018).

- **Agregados Artificiales:** Estos agregados se fabrican predominantemente a través de procesos industriales, empleando materiales como arcillas expandidas, escorias de alto horno, clinker y limaduras de hierro, entre otros. Generalmente, poseen una densidad distinta a la de los agregados naturales tradicionales. Hoy en día, se utilizan en la producción de concretos ligeros o ultraligeros, los cuales requieren agregados con características particulares. Estos agregados deben presentar una forma compacta y redondeada, con una superficie no porosa que no interaccione negativamente con la pasta de cemento o con los materiales de refuerzo. Asimismo, es esencial que

conserven una consistencia en su volumen, ofrezcan resistencia frente a las variaciones climáticas y mantengan una calidad uniforme y estable (Acuña, 2018).

CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO

➤ Fino

Se denomina agregado fino a un material compuesto por partículas de arena de tamaño reducido que tienen la capacidad de pasar a través de un tamiz con aberturas de 9.5 mm (3/8 de pulgada). Estas partículas de arena son el producto de la descomposición natural de las rocas (Bustamante, 2018).

Los materiales susceptibles de categorizarse como agregado fino comprenden arena natural, arena manufacturada o una mezcla de ambas, con dimensiones que oscilan desde menos de 4,75 mm (tamiz N°4) hasta más de 0,075 mm (tamiz N°200) (Calderón, 2022).

El concreto debe estar elaborado con agregado fino que cumpla con los parámetros mínimos de calidad que marcan las normas técnicas del Programa Técnico Nacional (PNT) del Perú. Como resultado de la evaluación de estos requisitos, a los que se hace referencia como cualidades físicas, se nos proporciona valores esenciales que serán utilizados en el estudio de diseños de mezclas de concreto. Los atributos físicos esenciales que requieren medición incluyen el peso específico, el peso unitario, la distribución granulométrica, el módulo de finura, el porcentaje de partículas finas que atraviesan el tamiz N° 200, el contenido de humedad y la capacidad de absorción (Aranda, 2019).

➤ Grueso

El material conocido como grueso se refiere a las partículas que quedan retenidas en un tamiz con malla de 4.75 mm (tamiz N°4). Este material proviene generalmente de la descomposición de las rocas, un proceso que puede ocurrir de manera natural o ser inducido mecánicamente. Las partículas resultantes de este proceso pueden presentarse



en diversas formas, como grava o piedra triturada, y son utilizadas comúnmente en la construcción y en la mezcla de concreto debido a sus propiedades de resistencia (Bustamante, 2018).

La sustancia derivada de este tipo de descomposición debe cumplir ciertos estándares de calidad. Para obtener este material, se requiere triturar piedras, gravas o una combinación de ambas, hasta que se consiga un agregado grueso que cumpla con los requerimientos técnicos.

Es fundamental que las partículas del material no presenten formas excesivamente redondeadas, blandas, planas o desmenuzadas, ya que estas características pueden afectar negativamente las propiedades del concreto, como su durabilidad y resistencia. Además, es crucial que la mezcla final de concreto esté libre de impurezas como polvo, lodo arcilloso u otros materiales de dudosa calidad, ya que estos pueden comprometer la integridad de la mezcla y su capacidad para resistir cargas y condiciones extremas (Coaquira, 2022).

c. Agua

Utilizada en la fabricación del concreto juega un rol esencial al hidratar el cemento y facilitar el desarrollo gradual de sus características. Como el diseño de mezclas representa un uso técnico de los materiales, es vital que el agua satisfaga ciertos criterios para garantizar la efectividad del proceso. La existencia de contaminantes en el agua puede impactar negativamente la calidad del concreto resultante (Buiza, 2022).

Tanto el agua utilizada en la producción de concreto como el agua utilizada en el proceso de curado deben estar libres de contaminantes tales como aceites, restos orgánicos, ácidos, sal y cualquier otra impureza que pueda estar presente. En el caso de que no se cumpla esta especificación, el concreto puede tener efectos adversos, pero no limitándose a una reducción de la resistencia, la corrosión del acero y retrasos en el

proceso de endurecimiento, entre otros resultados potenciales. Por ello, se recomienda encarecidamente que se realice un análisis químico del agua para garantizar que sigue estando dentro de los parámetros aceptables (Leon, 2021).

El agua potable e inodora es adecuada para la producción de concreto; sin embargo, hay circunstancias en las que puede utilizarse agua no potable, siempre que cumpla ciertas normas específicas. Los proyectos de construcción suelen utilizar agua no potable en zonas metropolitanas situadas en el exterior (Ramos, 2020).

El agua desempeña un papel esencial en la reacción química que se lleva a cabo con el cemento y el concreto, y es fundamental para lograr una serie de objetivos, entre los que se incluyen los siguientes:

- El desarrollo del gel, que es el componente sólido de la pasta y es consecuencia de las interacciones químicas que tienen lugar entre el cemento y el agua a lo largo de la reacción de hidratación.
- Facilita la manipulación del concreto y su correcta colocación cuando aún está fresco.
- Cuando el concreto ha alcanzado su estado endurecido, el agua le ayuda a adquirir los rasgos y características deseados.
- Mientras el concreto se mantenga húmedo o en una atmósfera con una humedad relativa superior al 80% y la temperatura sea adecuada, el proceso de hidratación del concreto es vital para garantizar un aumento constante de su resistencia (Ramos, 2020).

2.2.6 Características del concreto

La habilidad del concreto para resistir esfuerzos de compresión es su característica estructural más relevante. En contraste, su resistencia a la tracción y al cizallamiento es relativamente baja, lo que indica que es más adecuado para aplicaciones donde las cargas de tracción o cizallamiento no son excesivas. La resistencia a compresión se evalúa mediante ensayos mecánicos, específicamente pruebas de rotura en muestras de concreto, con el objetivo de medir la fortaleza del material.



El concreto es reconocido como uno de los materiales más utilizados en la construcción debido a una serie de propiedades que lo hacen ideal para una amplia variedad de aplicaciones. Entre sus características más destacadas se encuentran las siguientes:

- **Adaptabilidad a diferentes formas:** Una de las propiedades más notables del concreto es su capacidad para ser colocado en encofrados de casi cualquier diseño, lo que le permite tomar la forma de estructuras complejas sin perder su consistencia plástica. Esto significa que, a pesar de su rigidez eventual al secar, el concreto puede ser moldeado en diversas formas y tamaños durante el proceso de colado, lo que facilita la creación de estructuras arquitectónicas innovadoras y adaptadas a diversas necesidades.
- **Resistencia a la compresión:** El concreto es especialmente conocido por su excepcional capacidad de resistir fuerzas de compresión. Esto lo convierte en el material ideal para la construcción de elementos estructurales que deben soportar grandes cargas, como columnas, arcos y otras partes de la infraestructura que están principalmente sometidas a tensiones compresivas. La resistencia a la compresión del concreto le otorga una alta durabilidad y la capacidad para mantener su integridad incluso bajo condiciones de carga extremas.
- **Alta resistencia al fuego y a la intrusión de agua:** Otra de las cualidades sobresalientes del concreto es su excelente resistencia al fuego y su capacidad para impedir la penetración de agua. Estas características lo hacen sumamente adecuado para la construcción de edificios y estructuras que requieren una alta protección contra posibles incendios o daños por humedad. Además, el concreto demuestra ser resistente a diversas condiciones adversas, lo que asegura la longevidad de las construcciones y su buen desempeño en entornos difíciles (Ramos, 2020).

Por otro lado, el concreto presenta una serie de inconvenientes, entre los que destacan los siguientes

- La preparación del concreto se realiza frecuentemente a pie de obra, donde el control de calidad puede no ser tan riguroso al delegarse en una sola persona responsable de su fabricación.
- Dado que el concreto tiene una baja resistencia a la tracción, resulta difícil aplicarlo a piezas estructurales sometidas a presiones de tracción, ya sea en su totalidad (como tirantes) o en secciones parciales (como vigas u otros elementos propensos a la flexión) (Ramos, 2020).

2.2.7 Cualidades del concreto

a) Resistencia:

La mayor cantidad de presión que un material es capaz de soportar cuando está expuesto a una fuerza de compresión se denomina resistencia a la compresión del material por el material. La resistencia a la compresión de un material puede variar dentro de ciertas limitaciones cuando el material sufre una fractura, y esta característica se considera una característica independiente del material.

Por otra parte, para estimar la resistencia compresiva del material a la compresión sin fractura cuando se somete a presión es necesario conocer la cuantía de esfuerzo que debe ejercer sobre un material para provocar deformación sin romperse. Para calcular esta medida, se divide la mayor carga aplicada durante el ensayo de compresión por la sección transversal inicial de la probeta. Esto se hace para realizar el cálculo. Para saber si un material es capaz o no de soportar presiones de compresión sin romperse, es necesario conocer la resistencia compresiva del material (Chea Gonzales, 2023).

La resistencia a la compresión de un material es una de sus cualidades mecánicas fundamentales. Esta resistencia indica la capacidad del material diseñado para soportar fuerzas en dirección opuesta a la compresión. Dicho de otro modo, este atributo es el que



decide si un material es capaz o no de soportar una reducción de volumen cuando se somete a presiones de compresión.

El concepto de resistencia a la compresión es extremadamente importante en los ámbitos de la ingeniería civil y la construcción. Esto se debe a que es necesario para garantizar la estabilidad y seguridad de los edificios que se construyen utilizando materiales como el concreto y el material de albañilería (Leon Rodriguez, 2021).

b) Durabilidad:

La durabilidad del concreto hace referencia a su capacidad para mantener su resistencia, integridad estructural y apariencia estética a lo largo del tiempo, a pesar de las posibles exposiciones a condiciones ambientales extremas o adversas. Es decir, un material duradero como el concreto no solo resiste el desgaste físico, sino también las agresiones causadas por factores externos como el clima, la humedad, las variaciones de temperatura y la exposición a sustancias químicas. Esta cualidad es esencial para asegurar que las estructuras construidas con concreto, como edificios, puentes o carreteras, mantengan su funcionalidad y seguridad durante muchos años sin requerir reparaciones frecuentes o costosas.

La durabilidad del concreto no es una característica que dependa solo de su composición inicial, sino que también está influenciada por factores como el diseño adecuado, el proceso de curado y las condiciones a las que la estructura estará expuesta durante su vida útil. Por lo tanto, es crucial comprender cómo diversos factores, como la mezcla de materiales, el tratamiento post-construcción y el mantenimiento preventivo, afectan la longevidad del concreto. Este conocimiento profundo es necesario para garantizar que las infraestructuras construidas con este material mantengan su rendimiento y seguridad a lo largo de los años, incluso bajo condiciones adversas (Acuña, 2018).

El concreto es susceptible a una amplia gama de variables climáticas, entre las que se incluyen los niveles de humedad, las precipitaciones, los ciclos de hielo y deshielo, la interacción con productos químicos y la radiación UV. La capacidad del concreto para sobrevivir a estas circunstancias es esencial para la durabilidad del material a largo plazo. En caso de que el concreto se vea sometido a productos químicos hostiles, como los sulfatos que se encuentran en el suelo o en el medio acuático, la solidez del concreto puede verse comprometida. Por ello, la estabilidad química del material es extremadamente importante para evitar la corrosión y otras formas de daño (Acuña, 2018).

c) Trabajabilidad:

La trabajabilidad del concreto fresco hace referencia a la facilidad de su mezcla, manipular, transportar, colocar y terminar sin que pierda su homogeneidad ni experimente exudación o segregación. Esta propiedad está influenciada por diversos factores, entre los cuales destacan los siguientes:

- La dispersión de tamaños de partículas dentro de los agregados se denomina gradación de los agregados.
- Las proporciones de los agregados se refieren a la relación entre los distintos tipos de agregados, incluidos los agregados gruesos y finos, que están presentes en la mezcla.
- El término «cantidad de cemento» se refiere a la relación entre los agregados y la cantidad de cemento que se utiliza en la mezcla.
- Aire arrastrado es un término que describe la técnica de incorporación de aire en el concreto de forma regulada, lo que puede mejorar la trabajabilidad del concreto.
- Los aditivos son sustancias que se añaden a la mezcla para modificar determinadas cualidades del concreto. Entre ellas se incluye la capacidad de mejorar la trabajabilidad, retrasar o acelerar el proceso de fraguado y una variedad de otras características. (García & Charapaqui, 2022).



Un factor importante que influye notablemente en la trabajabilidad del hormigón es su consistencia, que puede examinarse mediante la prueba de asentamiento. Es crucial tener esto en cuenta. La 'trabajabilidad' se refiere a la simplicidad con la que el material puede manipularse, colocarse y compactarse sin que se produzcan cambios significativos en sus cualidades esenciales. Cuando el concreto tiene un asentamiento aceptable, determinado por el cono de Abrams, permite realizar las operaciones de construcción de manera más eficaz, lo que en última instancia redundará en la optimización del proceso de edificación.

2.2.8 Características de los agregados

a) Peso Unitario

Hay una serie de cualidades inherentes a los agregados que influyen en el peso unitario de un material. Estas variables incluyen la forma, el tamaño, la granulometría y el contenido de humedad de los agregados. Esta característica también se ve afectada significativamente por variables externas como el nivel de compactación y el tamaño máximo del agregado respecto a la capacidad del contenedor y el proceso de consolidación. Todos estos elementos tienen un impacto significativo en la característica (Santiago, 2018).

Dado que proporciona información sobre el peso de un determinado volumen de agregado, esta cualidad es sumamente importante en el negocio de la construcción. Actúa como fuente de información. Cuando se trata del diseño de proyectos, así como de la evaluación de la compactación del suelo, este conocimiento es absolutamente necesario.

b) Peso Específico

La relación entre la masa de una sustancia y su volumen determina su peso específico. Esta relación no tiene en cuenta los posibles huecos del material. El volumen de poros del material no se tiene en cuenta al calcular el peso específico, a diferencia del

peso unitario. Este parámetro es esencial para asegurar que el agregado satisface las características de peso estándar del material (Santiago, 2018). También es esencial para realizar una correcta dosificación de las mezclas mediante mediciones precisas.

Por otro lado, la densidad específica es una medida adimensional que compara el peso de una sustancia respecto al peso de un volumen correspondiente de agua. Esta comparación del peso se realiza mediante la densidad específica. Este número es útil en el examen de suelos y materiales de construcción, ya que representa la densidad relativa de la sustancia en comparación con la densidad del agua (Santiago, 2018).

c) Contenido de Humedad

Al referirnos a la humedad del agregado, hablamos de la cantidad de agua que se encuentra en el mismo (Santiago, 2018). Esta cualidad es sumamente importante ya que el porcentaje de humedad en la mezcla de concreto tiene un efecto directo sobre la cantidad total de agua que está presente en la mezcla.

La cantidad de humedad presente en una sustancia a menudo se indica como un porcentaje del peso seco del material. Debido a que la humedad de los agregados influye en la trabajabilidad de los materiales y en sus cualidades mecánicas, este parámetro es extremadamente importante en el rubro de la construcción. Es crucial ajustar cuidadosamente la mezcla que se está utilizando. Es posible que sea necesario añadir menos agua adicional durante el proceso de mezcla si los agregados poseen un elevado nivel de humedad. No obstante, es importante considerar este aspecto al modificar las proporciones de los ingredientes para equilibrar la relación agua-cemento en el nivel adecuado. Esto se debe a que una cantidad excesiva de agua podría reducir la resistencia y durabilidad del concreto (Santiago, 2018).

Por otro lado, cuando los áridos tienen un bajo contenido de humedad, puede ser necesario verter agua adicional durante el mezclado para conseguir el grado de trabajabilidad y consistencia necesarios.

d) Absorbibilidad

La absorción del agregado es un fenómeno que hace referencia a la capacidad de ciertos materiales de retener agua cuando entran en contacto con ella. Este proceso es especialmente relevante en la industria de la construcción, donde la precisión en la medición de los componentes de una mezcla es crucial. En particular, la cantidad de agua necesaria para obtener una proporción adecuada en la relación agua-cemento en el mortero está directamente influenciada por la absorción del agregado, así como por el contenido de humedad de los materiales utilizados. Es importante tener en cuenta estos factores, ya que afectan la calidad y la resistencia del concreto final.

La eficiencia con la que los materiales pétreos, como la grava o la arena, retienen el agua es un aspecto esencial en la fabricación de concreto, ya que impacta directamente en la cantidad de agua disponible para el proceso de hidratación del cemento. Durante la mezcla del concreto, el agua se combina con el cemento para formar una pasta que, al reaccionar, provoca la hidratación que le otorga resistencia y cohesión a la mezcla. Si los agregados tienen huecos o poros entre sus partículas, estos pueden almacenar agua, lo cual influye en la cantidad de agua accesible para la hidratación. De esta manera, el comportamiento de absorción de los agregados tiene un impacto significativo en la cantidad de agua que se necesita para conseguir la trabajabilidad y la resistencia óptimas del concreto. Por lo tanto, comprender este fenómeno es clave para ajustar correctamente la mezcla y garantizar que el concreto tenga las propiedades mecánicas deseadas (Santiago, 2018).

La absorción general de agua por el concreto puede tener un impacto en sus cualidades, incluida su capacidad para trabajar, su resistencia y su capacidad para soportar el desgaste. Puede ser necesario agregar una mayor cantidad de agua a los agregados que tienen una tasa de absorción alta para lograr la misma consistencia que los agregados que tienen una tasa de absorción más baja. Esto puede afectar a la proporción de la mezcla y, en consecuencia, a las características del concreto en su forma final.

e) Granulometría

Se refiere a la forma en que la arena tiene varios tamaños de partículas diferentes distribuidos a lo largo de su composición. Mediante el análisis granulométrico, la muestra se divide en fracciones de partículas que tienen un tamaño similar entre sí. Para ello, se utilizan tamices que contienen orificios que corresponden a la muestra que se está analizando. Además, la norma técnica peruana es la autoridad autorizada para el control de las propiedades granulométricas (Santiago, 2018).

Antes de pasar a las características del hormigón, es necesario realizar una evaluación de la calidad del árido para garantizar que cumple las normas establecidas por los organismos reguladores. Existe una fuerte correlación entre los parámetros del mortero y la calidad del hormigón. En particular, la granulometría y otras características de la arena desempeñan un papel importante. Es de suma importancia preservar la homogeneidad de la arena, ya que no es tan fácil modificar su granulometría como en el caso de los áridos gruesos, que pueden tamizarse fácilmente y conservarse por separado (Aranda, 2019).

2.2.9 *Diseño de mezcla*

Durante las fases de frescura, fraguado y endurecimiento del proceso de mezcla del concreto, es necesario tener en cuenta una serie de criterios para obtener los mejores resultados posibles. La trabajabilidad y la resistencia del concreto son dos de las características que se tienen en cuenta. Principalmente, las proporciones de la mezcla vienen determinadas por los insumos, que deben ajustarse a las normas establecidas. La trabajabilidad y la trabajabilidad mínimas, el contenido mínimo de huecos, la resistencia mínima, los tamaños nominales máximos de los agregados y la proporción de cemento son características que se contemplan en estas normas (Santiago, 2018).



2.3 Marco conceptual

- a. **Cascarilla de quinua:** La cascarilla de quinua es la capa exterior de la semilla de quinua, que contiene saponina, una sustancia con beneficios comprobados en los campos de la cosmética, la salud y la agricultura. Las saponinas son un grupo de glucósidos presentes en legumbres, hortalizas, ciertos cereales, raíces y en la cáscara de la quinua (Leon Rodriguez, 2021).
- b. **Cenizas de ichu:** Las cenizas de ichu son el residuo resultante de la combustión la paja de ichu, una planta que crece en las zonas altoandinas de Perú. Estas cenizas se han utilizado en diversos campos, como la construcción, la agricultura y la ingeniería civil, debido a sus propiedades mecánicas y su capacidad para mejorar la calidad del suelo y del concreto (Almanza & Eros, 2022)
- c. **Concreto:** El concreto es un material compuesto utilizado en la construcción de diversas estructuras, como pisos, paredes y otros elementos. Se elabora a partir de una mezcla compuesta por piedras, arena, agua y cemento, que al endurecerse se convierte en un material extremadamente resistente. Además, el término "concreto" se emplea como adjetivo para describir algo sólido, tangible o compacto, en contraste con lo general o abstracto (Vélez & Lozada, 2017).
- d. **Resistencia a compresión:** Es una característica mecánica fundamental del concreto y se mide mediante pruebas de compresión uniaxial, donde se someten muestras cilíndricas de concreto a cargas de compresión hasta que se produce la falla (Zósimo et al., 2022).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el transcurso del proceso de investigación, una metodología de investigación es una estrategia que pretende ayudar en el proceso de descubrir respuestas a los problemas que experimenta la sociedad. Esta estrategia debe utilizarse a lo largo de todo el proceso de investigación. La aplicación del enfoque científico permitió llevar a buen término esta tarea. El objetivo de este libro es ayudar al lector a obtener una comprensión más clara y profunda del tema tratado. Para ello, el propósito del libro es abordar las dificultades (Reyes, 2022).

3.1 Diseño de la investigación

Experimental: Este tipo de investigación se realiza manipulando una variable experimental no comprobada para narrar cómo o el por qué se produce una situación determinada. Durante el experimento, el investigador controla la variable de manera precisa y observa los resultados bajo condiciones controladas. El enfoque determinará cómo el investigador experimentará con la variable, ya sea una o varias veces (Alfonso et al., 2020).

Este estudio emplea un diseño experimental que involucra la manipulación repetida de distintas variables para obtener conclusiones a través de ensayos realizados en el laboratorio.

3.2 Métodos de la investigación

El método científico es un proceso sistemático y estructurado utilizado para investigar fenómenos, adquirir conocimiento y validar teorías. Implica la observación y formulación de preguntas sobre un fenómeno, seguido de la elaboración de hipótesis que puedan ser probadas mediante experimentos o investigaciones. A partir de los resultados obtenidos, se analizan y se sacan conclusiones que permiten confirmar o refutar las hipótesis planteadas. Este enfoque se basa en la objetividad, la repetibilidad y la evidencia empírica, lo que asegura que los resultados sean fiables y puedan ser replicados por otros investigadores (Pereyra, 2020).

En este proyecto se usó el método científico ya que se realizó mediante un proceso sistemático y de manera estructurada.

3.3 Enfoque de la investigación

La investigación cuantitativa se distingue de otros tipos de investigación por ser un enfoque metódico y empírico que utiliza métodos estadísticos, matemáticos o computacionales para investigar cualquier fenómeno. La creación y el uso de modelos matemáticos, teorías y/o hipótesis asociadas al fenómeno en cuestión es el objetivo principal de este esfuerzo. En este tipo de estudio se utilizan métodos de la comunidad científica. En esta categoría se incluyen una serie de técnicas: el desarrollo de modelos, hipótesis y teorías; la construcción de instrumentos y métodos de medición; la maniobra de variables; la valoración; y la compilación de datos (Pereyra, 2020).

El enfoque cuantitativo consiste en recopilar y analizar datos numéricos con el fin de identificar patrones y correlaciones. Es lo que se denomina método cuantitativo (Baena, 2017).

3.4 Nivel y tipo de investigación

3.4.1 *Tipo de la investigación*

El estudio científico y la investigación que se llevan a cabo con la intención de encontrar soluciones a cuestiones prácticas se denominan investigación aplicada. El descubrimiento de información que pueda utilizarse para resolver problemas concretos es el objetivo principal de esta actividad. Este tipo de estudio hace uso de conocimientos, enfoques y procedimientos especializados, junto con elementos particulares de teorías previamente aprendidas, con el fin de manejar eficazmente cuestiones pragmáticas (Reyes, 2022).

Esta tesis es de carácter aplicado, con el objetivo de ofrecer soluciones prácticas para optimizar las propiedades de las mezclas de concreto.

3.4.2 *Nivel de la investigación*

Se sugiere un vínculo de causa y efecto que debe satisfacer criterios adicionales de causalidad, requiriendo control tanto metodológico como estadístico. El propósito de los estudios explicativos es clarificar el comportamiento de una variable en relación con otras variables, proporcionando así una explicación detallada de dicho comportamiento. Para ofrecer una explicación de por qué ocurre un fenómeno y en qué circunstancias se produce, se utilizan. Investigar, describir y establecer correlaciones entre los elementos que se analizan son componentes de este proceso (Reyes, 2022).

En esta investigación, se adopta un nivel explicativo, cuyo propósito principal es entender cómo se comportan las variables y cómo influyen unas en otras. Esto permite un análisis más detallado del impacto de las adiciones que se utilizarán en la formulación del concreto.



3.5 Población y muestra de la investigación

3.5.1 Población

Un conjunto de casos definido, limitado y de fácil acceso se denomina población de estudio. Esta población servirá de referencia para la selección de la muestra, debiendo cumplir una serie de criterios más que se han establecido previamente. Un investigador está interesado en analizar un conjunto particular de cualidades, y la población es el grupo completo que posee esas características. Se debe especificar la población de estudio porque, una vez finalizada la investigación a partir de una muestra de la población en cuestión, será factible generalizar o extrapolar los resultados adquiridos del estudio al resto de la población o del universo. Por eso es vital identificar específicamente la población de estudio (Iglesias, 2021).

La población analizada en este estudio incluye concretos convencionales en la provincia de San Roman.

3.5.2 Muestra

La muestra representa una fracción específica de toda la población, y se utiliza para lograr el mayor nivel posible de eficiencia en la utilización tanto del tiempo como de los recursos. Tanto la determinación de la unidad de muestreo como la de la unidad de análisis forman parte de este procedimiento. Para poner en práctica este enfoque, es absolutamente necesario identificar con precisión la población de interés a fin de generalizar los resultados y crear parámetros que sean pertinentes (Castillo et al., 2014).

Este proyecto incluye muestras que consisten en:

Tabla 2*Cantidad de unidades para el ensayo de compresión*

Muestra	Días			Cantidad
	7	14	28	
CP	5.0	5.0	5.0	15*8
CP+0.3%CQ	5.0	5.0	5.0	
CP+0.5%CQ	5.0	5.0	5.0	
CP+0.6%CQ	5.0	5.0	5.0	
CP+0.5%CI	5.0	5.0	5.0	
CP+1.5%CI	5.0	5.0	5.0	
CP+2.5%CI	5.0	5.0	5.0	
Com. de % opt.	5.0	5.0	5.0	
Total	40	40	40	120

Donde:

CP = Concreto patrón

CQ = Cascarilla de quinua

CI = Cenizas de ichu

3.6 Técnicas e instrumentos**3.6.1 Técnicas**

El término «técnicas de investigación» hace referencia a los numerosos métodos que utiliza el investigador para reunir conocimientos sobre el tema que se está investigando. Estos métodos consisten en un conjunto de pautas y procesos que apoyan el cumplimiento de los objetivos de la investigación y la resolución del problema planteado. Tanto la índole del estudio como los objetivos de la investigación se tienen en cuenta a la hora de seleccionar los procedimientos de recogida de datos. Estos enfoques reflejan los numerosos métodos de adquisición de información, cada uno de los cuales posee determinadas características. Cuando se utilizan conjuntamente, facilitan la recogida de datos pertinentes para el proceso de investigación y contribuyen a su crecimiento global.

- Observación



- Experimentación en laboratorio
- Análisis

3.6.2 Instrumentos

Por definición, un instrumento de medida es una herramienta o artilugio que se utiliza para recoger datos de forma sistemática. La finalidad de estos instrumentos es medir determinadas variables para obtener información cuantitativa o cualitativa en referencia al asunto o fenómeno que se está analizando (Hadi et al., 2023).

Los instrumentos:

- Pruebas.
- Equipos y herramientas.
- Documentación técnica.

3.7 Validación y confiabilidad del instrumento

3.7.1 Validación de los instrumentos

Es el procedimiento para valorar la calidad y fiabilidad de los instrumentos de medida, que pueden incluir cuestionarios, encuestas, pruebas u otras actividades que se emplean en el proceso de recogida de datos con fines de investigación. Para determinar la precisión y fiabilidad de los equipos de medición, se lleva a cabo el procedimiento conocido como validación de instrumentos (Castillo et al., 2014).

3.7.2 Confiabilidad de instrumentos

En el contexto de los instrumentos de medida, el término «fiabilidad de los instrumentos» se refiere a la coherencia y estabilidad del instrumento, definida como su capacidad para proporcionar datos correctos y reproducibles. Dicho de otro modo, un instrumento fiable es aquel que produce mediciones consistentes y reproducibles en situaciones comparables (Castillo et al., 2014).



3.8 Procedimiento de recolección de datos

La identificación, la recogida y el registro de la información pertinente para el análisis de tendencias son los tres componentes que conforman la técnica de recogida de datos, que es una operación organizada y rigurosa. Una descripción exhaustiva de las metas establecidas en el proceso de recopilación de datos, la elección de técnicas adecuadas, el diseño del equipo para recopilación, la aplicación de técnicas estadísticas en los momentos oportunos y la realización de un análisis de los datos recogidos son todos los componentes que se incluyen en este enfoque.

3.8.1 *Recolección de información*

Con el fin de recopilar información, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la bibliografía pertinente. Era necesario realizar una recopilación exhaustiva de las referencias para asegurar que el estudio fuera preciso y completo.

Para la elaboración de la mezcla experimental de concreto, se emplearon dos materiales naturales residuales provenientes de la región altoandina: la cascarilla de quinua y las cenizas de ichu. Ambos fueron seleccionados por su disponibilidad local.

En primer lugar, la **cascarilla de quinua** fue obtenida como subproducto del proceso de descascarado del grano de quinua, realizado en molinos artesanales y semiindustriales ubicados en todas las localidades de nuestra región. Este proceso, que busca eliminar la capa externa del grano para su consumo humano, genera una importante cantidad de residuos vegetales, cuya gestión ambiental es escasa. Dicho material fue recolectado directamente al momento de la molienda, almacenado adecuadamente en condiciones secas, y posteriormente tamizado para adecuarlo al tamaño de partícula requerido (pasante malla N° 4) para las pruebas de mezcla con concreto.

Por otro lado, para la obtención de las **cenizas de ichu**, se realizó primero la recolección del ichu seco, una gramínea típica de zonas altoandinas que crece de manera silvestre en pastizales de altura. Una vez recolectado, el material fue sometido a un proceso

de secado al ambiente durante varios días para garantizar un bajo contenido de humedad. Posteriormente, el ichu fue sometido a combustión controlada en condiciones seguras, con el objetivo de reducirlo a cenizas finas. Estas cenizas fueron luego enfriadas, cribadas y almacenadas para su uso como aditivo en la mezcla de concreto.

3.8.2 Ensayos en laboratorio

En el transcurso de esta fase del procedimiento, los materiales sacados de la cantera de Isla se sometieron a una batería de evaluaciones y pruebas exhaustivas. Se llevaron a cabo con sumo cuidado, de acuerdo con las normas y procedimientos que se habían desarrollado para garantizar la calidad y precisión de los resultados.

El primer paso consistió en elegir muestras típicas de los materiales de la cantera de Isla. A continuación, estas muestras se expusieron a una serie de pruebas particulares destinadas a evaluar los rasgos y características importantes que ya poseían. Entre las características que se evaluaron estaban el análisis composicional, la resistencia mecánica y otras características pertinentes para la aplicación prevista de los materiales.

A lo largo de todo el proceso, cada etapa se llevó a cabo con meticulosa atención al detalle, garantizando el cumplimiento de todas las normas y protocolos aplicables.

Figura 4

Localización de la cantera Isla



Nota. Tomada de Google Maps.



a. Ensayo de contenido de humedad: Se utiliza para indicar la cuantía de agua que está presente en los materiales rocosos utilizados en la fabricación del hormigón. Estos elementos son, entre otros, la arena y la grava. Debido a que la cantidad exacta de agua presente en los áridos influye en relación directa con las características y funciones del hormigón finalmente formado, este parámetro es vital para la creación de un hormigón de alta calidad.

- Para preparar una muestra, primero hay que elegir una muestra que sea representativa del agregado que se va a investigar y luego asegurarse de que la muestra sea lo más homogénea posible.
- En el proceso de recolección y procesamiento de muestras, es necesario eliminar primero el agua que pudiera estar presente en la muestra. Esto se hace antes de la extracción y preparación de la muestra.
- Utilice una balanza o báscula graduada en 0,05 kilogramos como mínimo y con una precisión de al menos el 0,1% de la carga que se está analizando. Necesitará los siguientes equipos. Además de esto, es esencial poseer un horno que asegure la estabilidad de la temperatura de 110 grados centígrados, así como un recipiente que pueda utilizarse para introducir la muestra en el horno.
- Para asegurarse de que la muestra está completamente seca, primero hay que colocarla en el recipiente y después introducirla en el horno. Deje secar la muestra durante un período requerido para que se elimine la mayor proporción de humedad. Es posible que el tiempo de secado varíe en efecto de la cantidad de humedad en la muestra y de la capacidad del horno.
- Cálculo de la pérdida de peso: Tras el secado de la muestra, se realiza un nuevo pesaje para determinar la cantidad de agua que se ha suprimido durante el proceso. Los resultados del cálculo se utilizan para determinar la pérdida de peso. Para determinar la cantidad de humedad presente, la fórmula que se emplea es la siguiente: El

porcentaje de humedad es igual a la pérdida de peso dividida por la masa original de la muestra multiplicada por 100.

Figura 5

Secado de muestras



b. Ensayo de análisis granulométrico: El análisis granulométrico no solo sirve para medir la distribución de los granos, sino que también es vital para evaluar la calidad de los agregados pétreos que se utilizarán en la producción de hormigón. Estos materiales, que son la base de muchas estructuras y elementos de construcción, deben cumplir con ciertas especificaciones para asegurar que el concreto final tenga las propiedades deseadas, tales como la resistencia y la durabilidad. Al realizar este ensayo, se puede determinar si los áridos, como la arena y la grava, poseen las características adecuadas para ser utilizados de manera eficiente en la mezcla de concreto, garantizando que el material final cumpla con los estándares de calidad necesarios.



Este tipo de prueba es de gran importancia ya que establece las bases para la elección adecuada de los materiales en proyectos de construcción, asegurando que los recursos pétreos sean aptos para el uso específico que se les dará, y contribuyendo así a la fabricación de productos de construcción más seguros y duraderos.

Procedimiento:

- Lo primero es lo primero: asegúrese de obtener una muestra que sea indicativa del material que se va a analizar. Asegúrese de que la muestra sea lo suficientemente grande y representativa de la región que se va a investigar.
- Para que esta muestra esté limpia, es necesario eliminar cualquier material extraño que pueda haber, como piedras grandes o residuos biológicos.
- Realice un pesaje preciso de una cantidad predeterminada de la muestra seca, teniendo en cuenta las normas y reglamentos aplicables a su aplicación.
- Para clasificar las partículas por tamaño, utilice una serie de tamices con aberturas que aumenten de tamaño de grueso a fino. Coloque las partículas en orden descendente de apertura, empezando por el tamiz más grueso y subiendo hasta el más fino.
- Manualmente o con la ayuda de un agitador mecánico, agite la muestra contenida en los tamices para garantizar la dispersión adecuada de las partículas.
- Cuando termine de tamizar, pese el material que queda en cada tamiz. Con el fin de establecer el porcentaje de material que cae dentro de cada rango de tamaño, se utilizan estos pesos.
- Se debe calcular el porcentaje acumulado de cada tamiz que se mantuvo y el porcentaje acumulado que pasó.
- El último paso consiste en crear un gráfico granulométrico que ilustre la distribución de los tamaños de las partículas.

Figura 6*Análisis granulométrico por tamizado*

c. **Pesos unitarios y absorción.** El control preciso de los pesos unitarios es un aspecto fundamental para garantizar la consistencia y calidad del hormigón en una amplia variedad de aplicaciones dentro de la construcción. El peso unitario se refiere a la masa de un material por unidad de volumen y juega un papel esencial en la formulación de mezclas de concreto, ya que determina la densidad de los componentes y, por ende, sus propiedades mecánicas, como la resistencia y durabilidad.

Por otro lado, la absorción, un concepto estrechamente relacionado, se refiere a la capacidad de los agregados pétreos para retener agua en sus poros. Este fenómeno se expresa como un porcentaje que indica la cantidad de agua que un material puede absorber en comparación con su peso seco. En términos más simples, la absorción muestra qué tan "sediento" es un árido de agua, lo cual puede influir directamente en la relación agua-cemento al preparar la mezcla de concreto.

El estudio de la absorción es crucial porque impacta en la cantidad de agua disponible para la hidratación del cemento, lo que afecta las propiedades finales del concreto. Los



materiales con alta capacidad de absorción pueden reducir la cantidad de agua que permanece disponible para la hidratación, lo que puede modificar la resistencia y la trabajabilidad de la mezcla. Además, la absorción también afecta la porosidad y la durabilidad del material, ya que los agregados que retienen más agua pueden ser más propensos a sufrir daños por ciclos de humedad y sequedad, afectando la vida útil de las estructuras de concreto.

Procedimiento:

- Se obtendrá una muestra que sea indicativa del agregado que se va a estudiar, asegurándose de que tiene un tamaño adecuado y que es representativa de la suministrada u originada.
- Después de calentar la muestra en un horno a temperatura estable hasta que el peso se estabilice, se eliminará la humedad que pueda haber en el agregado.
- La muestra seca se pesa para obtener el peso específico a granel seco de la muestra.
- Realizar los cálculos necesarios para determinar la gravedad específica aparente seca del agregado utilizando las fórmulas aplicables.
- Se recomienda sumergir la muestra seca en agua durante un tiempo determinado, a menudo veinticuatro horas, para que el árido pueda absorber eficazmente la humedad.
- El siguiente paso consiste en sacar la muestra del agua una vez finalizado el período de inmersión, secar la superficie con una toalla y volver a introducirla en el horno a una temperatura constante hasta que el peso se estabilice.
- El peso saturado superficial de la muestra saturada puede determinarse pesándola cuidadosamente.
- Considere la siguiente fórmula para determinar la capacidad de absorción del agregado: $((\text{Peso saturado superficial} - \text{Peso seco}) / \text{Peso seco}) * 100$ es la fórmula para calcular la absorción.



d. Diseño de mezclas: El diseño de mezclas es una fase fundamental en la producción de concreto, ya que permite determinar las proporciones exactas de los materiales necesarios para obtener una mezcla con las propiedades deseadas. En este contexto, la prueba de diseño de mezclas se realizará con el objetivo de establecer la dosificación adecuada de los ingredientes que se utilizarán para fabricar dos tipos de hormigón. El primero de ellos es un hormigón permeable estándar, mientras que el segundo será un hormigón permeable modificado con aditivos específicos, como polvo de grafito y un acelerador de fraguado. Este último tiene como objetivo no solo mejorar la eficiencia del proceso de fraguado, sino también otorgar propiedades adicionales al concreto, como una mayor rapidez en la solidificación.

Procedimiento:

- Determinar la resistencia a la compresión promedio.
 - Seleccionar el tamaño máximo del agregado.
 - Establecer el contenido de aire necesario.
 - Determinar el contenido de cemento.
 - Establecer el contenido de agua.
 - Determinar el contenido de agregado grueso y fino.
 - Calcular las proporciones de los materiales.
 - Definir los valores de diseño para el cemento, agua y agregados.
 - Realizar la corrección por humedad.
 - Establecer las proporciones de diseño en peso.
- e. Ensayo de resistencia:** Se determina mediante ensayos de laboratorio en probetas cilíndricas o cubos de concreto que son sometidos a cargas crecientes hasta que alcanzan el punto de falla. El valor de resistencia a compresión se calcula dividiendo la carga máxima aplicada por la sección transversal de la probeta.

- Para los ensayos, se seleccionan muestras cilíndricas de concreto que sean típicas.
- Las probetas de concreto deben prepararse de acuerdo con la legislación vigente y debe asegurarse un procedimiento de curado suficiente para garantizar la resistencia y longevidad del concreto.
- Se recomienda realizar el ensayo de compresión en probetas cilíndricas, aplicando cargas crecientes hasta que el material falle.
- Para determinar la resistencia a compresión del hormigón, es esencial tener en cuenta la carga máxima que cada probeta es capaz de soportar.

Figura 7

Roturas a compresión



3.9 Procesamiento y análisis de datos

En esta fase del proyecto, se pone un especial énfasis en la aplicación de métodos y procesos diseñados para transformar los datos brutos en información relevante y útil para el análisis y la toma de decisiones. El proceso de tratamiento de los datos incluirá el uso



de hojas de cálculo, donde se organizarán y procesarán los datos recopilados. Además, se llevará a cabo una evaluación minuciosa de los resultados obtenidos de los ensayos realizados, con el objetivo de identificar patrones, tendencias y conclusiones significativas. Este enfoque metódico garantizará que los datos se interpreten correctamente y se presenten de manera clara, facilitando así la obtención de información valiosa para las siguientes etapas del estudio.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados

En este capítulo, el objetivo principal es realizar un análisis en profundidad y recopilar información de los experimentos científicos que se llevaron a cabo en el laboratorio.

La parte ofrece una explicación exhaustiva de estos exámenes, incluida la presentación de tablas, gráficos y análisis en profundidad que permiten obtener una comprensión más profunda de los resultados obtenidos.

Después de esto, habrá una discusión exhaustiva de los resultados, con énfasis en las relaciones que se observaron con el fin de ayudar a un análisis más profundo de los datos. La conclusión de esta parte consistirá en una serie de conclusiones que se han obtenido tras un estudio en profundidad de los datos.

Estas conclusiones ofrecerán un resumen conciso de las implicaciones y posibles aplicaciones prácticas que se han extraído de los resultados de laboratorio.

a. Humedad de los agregados**Tabla 3***Porcentaje de humedad*

	Muestra: Agregado	
	Agregado fino	Agregado grueso
M. Húmeda+Tara	341.17	543.75
M. Seca+Tara	329.51	532.43
Tara	39.11	40.12
M. húmeda	302.06	503.63
M. seca	290.40	492.31
Agua	11.66	11.32
%Humedad	4.02	2.30

El porcentaje de humedad del agregado fino fue de 4.02% y mientras que el agregado grueso tuvo un porcentaje de humedad de 2.30%.

b. Peso específico y absorción

Datos:	Fino		Grueso
Ñ= W de muestra secada al horno =	495.16	-	827.56
M= W de muestra saturada =	511.18	-	851.12
Wc = W.picnómetro+agua =	1326.15	-	1326.15
W = Pic. + muestra + agua =	1661.58	-	1810.11

$$Pe = \frac{M}{Wc + M - W} = \dots \dots \dots gr/cm^3$$

$$Abs = \frac{(M - \tilde{N}) * 100}{\tilde{N}} = X \%$$

Tabla 4

Resultados del peso específico y la cantidad de absorción

Agregados	P. específico(gr/cm³)	Absorción(%)
Finos	2.91	3.24
Gruesos	2.32	2.85

c. Pesos unitarios sueltos y compactado

Tabla 5

Peso unitario en condiciones sueltas

PESO(SUELTO)						
	Agregado F.			Agregado G.		
P. del molde(gr)	5957	5957	5957	7974	7974	7974
Vol del molde(cm ³)	2077	2077	2077	3157	3157	3157
Colocación de muestra	CAIDA LIBRE					
Peso molde + muestra (gr)	9386.00	9381.00	9388.00	12811.00	12823.00	12802.00
P. muestra suelta(gr)	3429.00	3424.00	3431.00	4837.00	4849.00	4828.00
Densidad mínima seca(gr/cm ³)	1.651	1.649	1.652	1.532	1.536	1.529
Promedio(gr/cm³)	1.650			1.532		

Tabla 6

Peso unitario consolidada

	Peso(VARILLADO)					
	Agregado F.			Agregado G.		
Peso del molde(gr)	5957	5957	5957	7974	7974	7974
Vol del molde(cm3)	2077	2077	2077	3157	3157	3157
Nº de capas.			3			
Nº de golpes por capa.			25			
P. molde + muestra compactada(gr)	9693.00	9695.00	9697.00	13243.00	13255.00	13254.00
P. de la muestra compactada(gr)	3736.00	3738.00	3740.00	5269.00	5281.00	5280.00
Densidad seca(gr/cm3)	1.799	1.800	1.801	1.669	1.673	1.672
Promedio(gr/cm3)		1.800			1.671	

d. Granulometría

Tabla 7

Granulometría del agregado grueso.

Tamices	Pesos	%Retenido	%Retenido	% Que
Astm	Retenidos	Parcial	Acumulado	Pasa
1 1/2"	0	0	0	100
1"	0	0	0	100
3/4"	355.11	10.15	10.15	89.85
1/2"	1012.15	28.92	39.06	60.94
3/8"	931.35	26.61	65.67	34.33
1/4"	407.71	11.65	77.32	22.68
No4	793.68	22.68	100.00	0.00
BASE	0	0	100	0.0
TOTAL	3500	100.0		
% PERDIDA	0.0			

Figura 8

Tamaño de partículas del agregado grueso

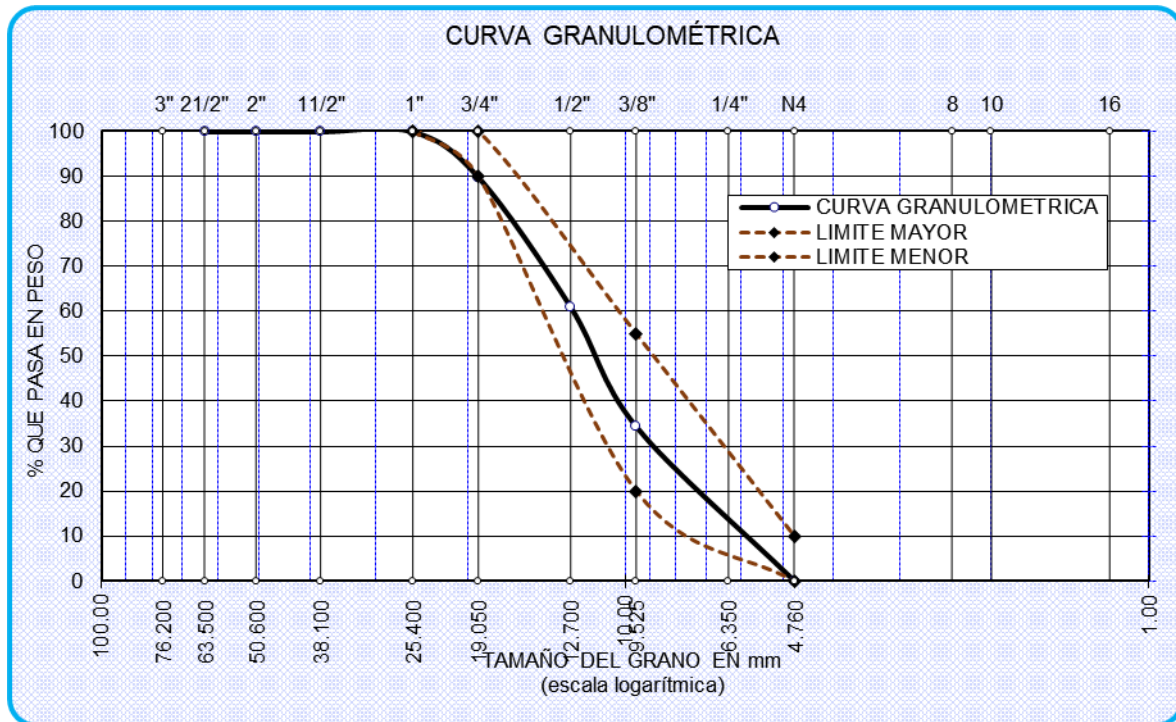


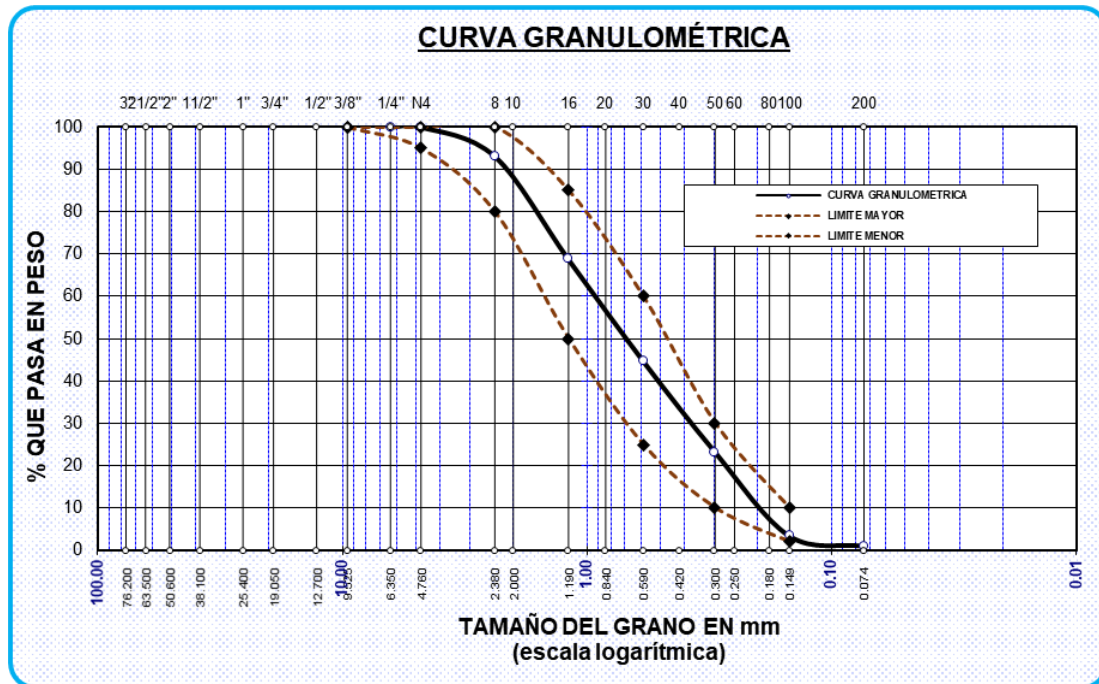
Tabla 8

Granulometría del agregado fino

Tamices	Peso	%Retenido	%Retenido	% Que
Astm	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa
N ° 4	0.00	0.00	0.00	100.00
N ° 8	34.37	6.87	6.87	93.13
N ° 16	121.61	24.32	31.20	68.80
N ° 30	119.89	23.98	55.17	44.83
N ° 50	107.67	21.53	76.71	23.29
N ° 100	99.31	19.86	96.57	3.43
N ° 200	12.15	2.43	99.00	1.00
BASE	5.00	1.00	100.	0.
TOTAL	500.	100.		
% PERDIDA	1.00			

Figura 9

Tamaño de partículas de la arena



DISEÑO DE MEZCLA

- a. Determinamos la resistencia promedio

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

Asentamiento 3" a 4" y TMN de 3/4":

$$A = 205$$

$$\text{Aire} = 2\%$$

- b. Razón agua-cemento

$$250.0 \dots\dots 0.620$$

$$294.0 \dots\dots a/c$$

$$300.0 \dots\dots 0.550$$

$$\frac{294.0 - 250.0}{300.0 - 294.0} = \frac{a/c - 0.620}{0.550 - a/c}$$

$$a/c = 0.56$$



c. Factor cemento:

$$a = 205$$

$$\frac{a}{c} = 0.56$$

$$\frac{205}{c} = 0.56$$

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

d. Definición del contenido de agregado grueso utilizando el módulo de fineza:

$$2.8 \dots 0.62$$

$$2.67 \dots b/b_0$$

$$2.6 \dots 0.64$$

$$b/b_0 = 0.633$$

Luego:

$$P_{ag} = \frac{b}{b_0} * PUC$$

$$P_{ag} = 0.633 * 1671$$

$$P_{ag} = 1058 \text{ kg/m}^3$$

e. Medición precisa de los volúmenes individuales:

$$\text{Vol - agua} = (205.) / (1000.) = 0.205$$

$$\text{Vol - cemento} = (366.) / (2.85*1000) = 0.128$$

$$\text{Vol - agregado grueso} = (1058) / (2.32*1000) = 0.456$$

$$\text{Vol - aire incorporado} = (2.) / (100.) = 0.0200$$

$$\text{Vol sub total} = 0.810$$

f. Valoración del volumen del componente fino (V_{AF})

$$V_{AF} = 1.00 - 0.810$$

$$V_{AF} = 0.19 \text{ m}^3$$

g. Obtención del peso del material fino (P_{af})

$$P_{af} = 0.19 * \text{peso específico}$$

$$P_{af} = 0.19 * (2.91 * 1000)$$

$$P_{af} = 553 \text{ kg/m}^3$$

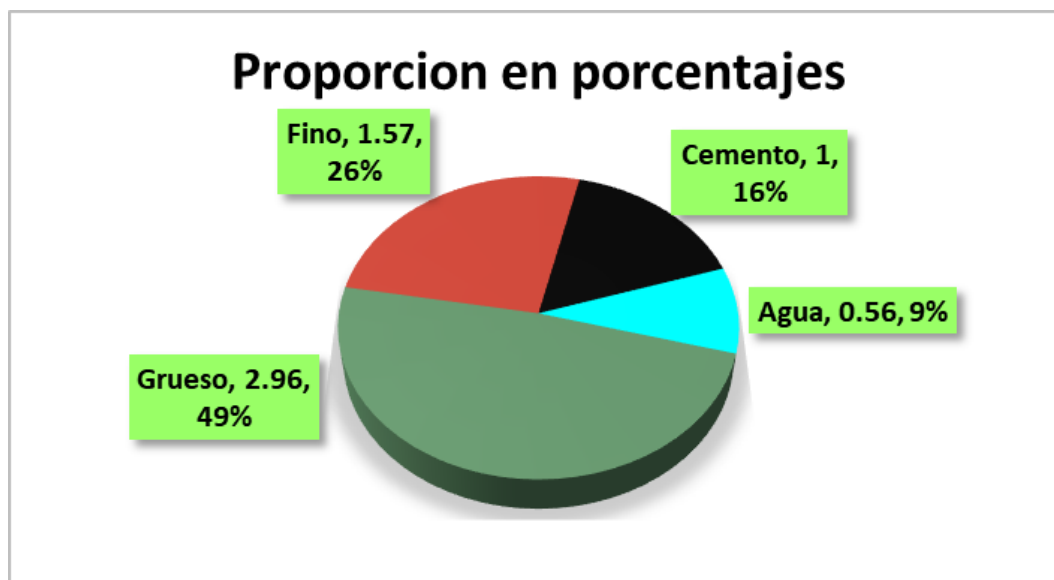
Tabla 9

Asignación de cantidades de materiales para concreto

Agregado	Dosificación en	Dosificación en	Proporción en
	Peso seco	Peso húmedo	Volumen
	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)	<i>Peso Húmedo</i>
Cemento	366.0	366.0	1.00
Agua	205.0	206.0	0.56
Ag. Grueso	1058	1082	2.96
Ag. Fino	553	575	1.57
Aire	2.0%	2.0%	

Figura 10

Relaciones proporcionales de la mezcla



En la siguiente gráfica se representan las proporciones de los componentes del concreto en porcentajes. El agua constituye el 9%, el cemento representa el 16%, y los agregados grueso y fino contribuyen con el 49% y 26%, respectivamente.

Las proporciones de los materiales en peso por m³, para elaboración de concreto según diseño se mezclan para la cascarilla de quinua y ceniza de ichu respectivamente, son:

Tabla 10*Dosificación de la cascarilla de quinua*

Materiales	Grupo de diseño de mezcla			
	(Convencional)	(0.1%)	(0.3%)	(0.6%)
Cemento (Kg)	366.0	366.0	366.0	366.0
Agua (Lt)	206.0	206.0	206.0	206.0
A. Grueso (Kg)	1082	1082	1082	1082
A. Fino (Kg)	575	575	575	575
Aire	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
Cascarilla de quinua (Kg)	-	0.366	1.098	2.196

Se presenta la dosificación para preparar muestras de concreto convencional y concreto con adición de cascarilla de quinua utilizando proporciones variables para los experimentos requeridos de compresión, definiendo la adición de dicho material respecto al peso del cemento.

Tabla 11*Dosificación de la ceniza de ichu*

Materiales	Grupo de diseño de mezcla			
	(Convencional)	(0.5%)	(1.5%)	(2.5%)
Cemento (Kg)	366.0	366.0	366.0	366.0
Agua (Litros)	206.0	206.0	206.0	206.0
A. Grueso (Kg)	1082	1082	1082	1082
A. Fino (Kg)	575	575	575	575
Aire	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
Ceniza de Ichu (Kg)	-	1.83	5.49	9.15

Se presenta la dosificación para preparar muestras de concreto convencional y concreto con adición de ceniza de ichu considerando rangos porcentuales distintos para los experimentos requeridos de compresión, definiendo la adición de dicho material respecto al peso del cemento.

4.1.1 Resistencia a compresión del concreto al adicionar cascarilla de quinua en concentraciones de 0.1%, 0.3%, y 0.6%.

a) Resistencias a los 7 días

Tabla 12

Resultados del esfuerzo de fractura del concreto patrón

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	27032	152.77	7
	NU°2	27091	153.71	
	NU°3	27029	152.75	
	NU°4	27069	153.59	
	NU°5	27075	153.01	
PROMEDIO			153.17	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 7 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras de concreto patrón, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 153.17 kg/cm².

Tabla 13

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.1%CQ-7

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	28978	163.76	7
	NU°2	28957	163.64	
	NU°3	28839	163.63	
	NU°4	29015	164.63	
	NU°5	29023	164.02	
PROMEDIO			163.94	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 7 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.1% de cascarilla de quinua, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 163.94 kg/cm².

Tabla 14

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.3%CQ-7

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	31878	180.15	7
	NU°2	31836	179.92	
	NU°3	31847	180.70	
	NU°4	31853	180.73	
	NU°5	31869	180.10	
PROMEDIO			180.32	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 7 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.3% de cascarilla de quinua, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 180.32 kg/cm².

Tabla 15

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.6%CQ-7

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	31299	176.88	7
	NU°2	31292	176.84	
	NU°3	31293	177.56	
	NU°4	31284	177.50	
	NU°5	31297	176.87	
PROMEDIO			177.13	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 7 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.6% de cascarilla de quinua, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 177.13 kg/cm².

COMPARATIVA

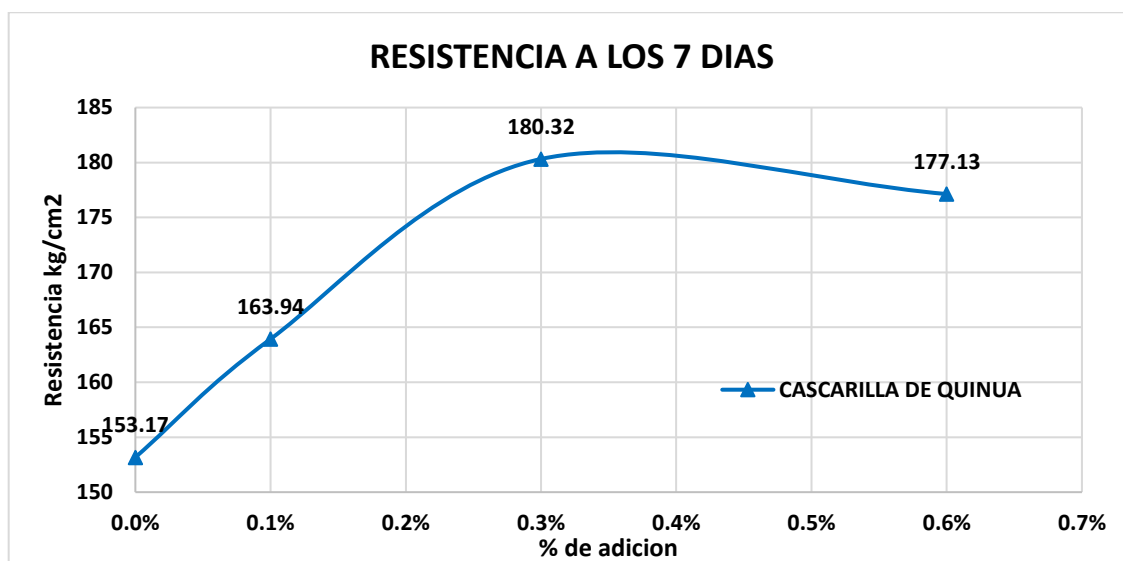
Tabla 16

Resistencias logradas- 7 días

Muestra	7 días
CP	153.17 kg/cm ²
CP+0.1%CQ	163.94 kg/cm ²
CP+0.3%CQ	180.32 kg/cm ²
CP+0.6%CQ	177.13 kg/cm ²

Figura 11

Contraste de las resistencias promedios-7 días



Se muestra las resistencias logradas a los 7 días en diferentes muestras de concreto, donde "CP" representa el concreto patrón y "CQ" corresponde a la cascarilla de quinua. La muestra de concreto patrón (CP) alcanzó una resistencia de 153.17 kg/cm², mientras que las mezclas con adición de cascarilla de quinua en diversas concentraciones presentaron variaciones: 163.94 kg/cm² con 0.1% de CQ, 180.32 kg/cm² con 0.3% de CQ y 177.13 kg/cm² con 0.6% de CQ. Estos resultados evidencian cómo la inclusión de cascarilla de quinua influye positivamente en la resistencia del concreto.

b) Resistencias a los 14 días**Tabla 17***Resultados del esfuerzo de fractura del concreto patrón*

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210 kg/cm ²	NU°1	31847	180.70	14
	NU°2	31985	180.76	
	NU°3	31967	181.38	
	NU°4	31881	180.89	
	NU°5	31945	181.25	
PROMEDIO			181.00	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 14 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras de concreto patrón, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 181.00 kg/cm².

Tabla 18*Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.1%CQ-14*

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210 kg/cm ²	NU°1	33159	187.39	14
	NU°2	33187	187.55	
	NU°3	33195	187.60	
	NU°4	33158	187.39	
	NU°5	33131	187.23	
PROMEDIO			187.43	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 14 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.1% de cascarilla de quinua, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 187.43 kg/cm².

Tabla 19

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.3%CQ-14

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210 kg/cm ²	NU°1	35838	202.53	14
	NU°2	35849	202.59	
	NU°3	35867	202.70	
	NU°4	35845	202.57	
	NU°5	35843	202.56	
PROMEDIO			202.59	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 14 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.3% de cascarilla de quinua, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 202.59 kg/cm².

Tabla 20

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.6%CQ-14

Diseño	Muestreo	Carga (kg)	Rotura	Días
210kg/cm ²	NU°1	34856	196.98	14
	NU°2	34864	197.03	
	NU°3	34876	197.10	
	NU°4	34872	197.07	
	NU°5	34884	197.14	
PROMEDIO			197.06	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 14 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.6% de cascarilla de quinua, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 197.06 kg/cm².

COMPARATIVA

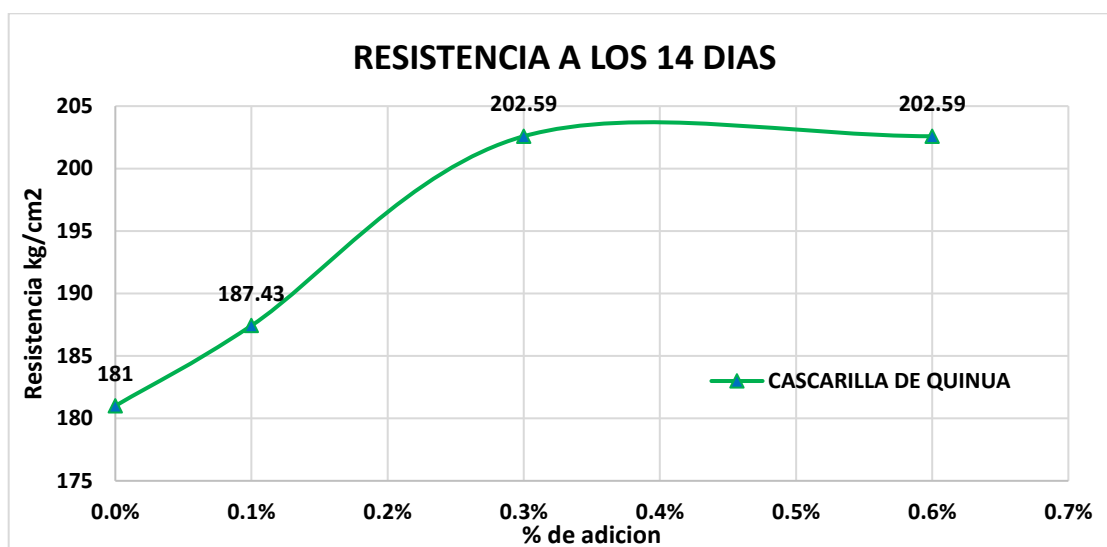
Tabla 21

Resistencias logradas- 14 días

Muestra	14 días
CP	181.00 kg/cm ²
CP+0.1%CQ	187.43 kg/cm ²
CP+0.3%CQ	202.59 kg/cm ²
CP+0.6%CQ	197.06 kg/cm ²

Figura 12

Contraste de las resistencias promedios-14 días



Se muestra las resistencias obtenidas a los 14 días en diversas muestras de concreto con diferentes porcentajes de cascarilla de quinua (CQ). El concreto patrón (CP) alcanzó una resistencia de 181.00 kg/cm², mientras que las mezclas con 0.1%, 0.3% y 0.6% de CQ lograron resistencias de 187.43 kg/cm², 202.59 kg/cm² y 197.06 kg/cm², respectivamente. Estos resultados demuestran el efecto positivo de la cascarilla de quinua en el aumento de la resistencia del concreto con el tiempo.

c) Resistencias a los 28 días

Tabla 22

Resultados del esfuerzo de fractura del concreto patrón

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	37987	214.68	28
	NU°2	37965	214.55	
	NU°3	37975	214.61	
	NU°4	37963	215.40	
	NU°5	37991	215.56	
PROMEDIO			214.96	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 28 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras de concreto patrón, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 214.96 kg/cm².

Tabla 23

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.1%CQ-28

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	39277	221.97	28
	NU°2	39206	222.45	
	NU°3	39258	221.86	
	NU°4	39269	221.92	
	NU°5	39279	221.98	
PROMEDIO			222.04	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 28 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.1% de cascarilla de quinua, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 222.04 kg/cm².

Tabla 24

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.3%CQ-28

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	42421	239.73	28
	NU°2	42309	240.06	
	NU°3	42483	240.08	
	NU°4	42345	239.30	
	NU°5	42394	239.58	
PROMEDIO			239.75	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 28 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.3% de cascarilla de quinua, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 239.75 kg/cm².

Tabla 25

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.6%CQ-28

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	41565	234.90	28
	NU°2	41545	235.72	
	NU°3	41567	234.91	
	NU°4	41555	234.84	
	NU°5	41574	234.95	
PROMEDIO			235.06	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 28 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.6% de cascarilla de quinua, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 235.06 kg/cm².

COMPARATIVA

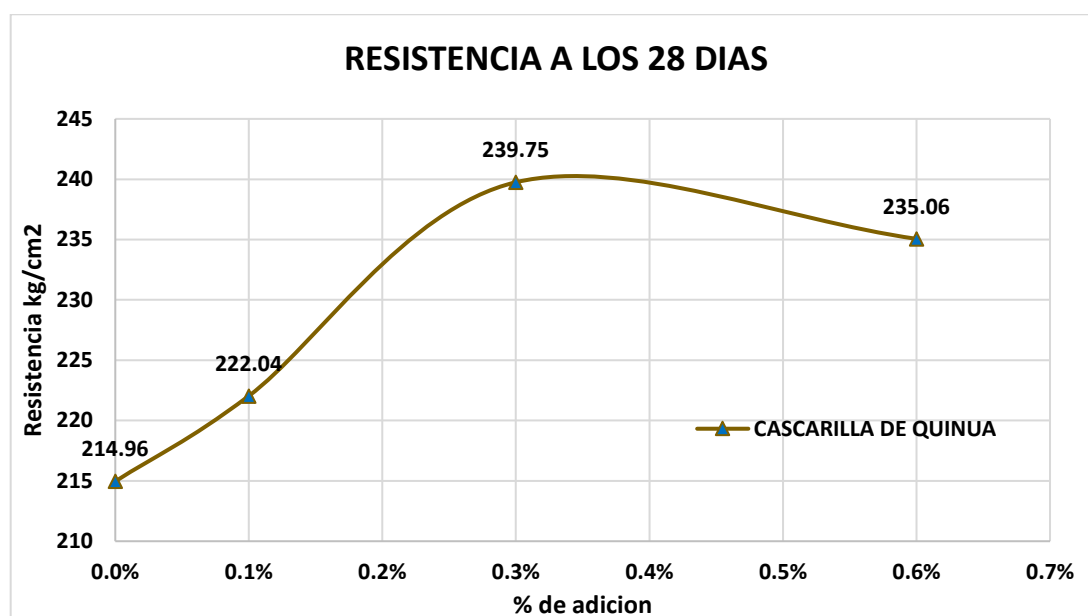
Tabla 26

Resistencias logradas- 28días

Muestra	28 días
CP	214.96 kg/cm ²
CP+0.1%CQ	222.04 kg/cm ²
CP+0.3%CQ	239.75 kg/cm ²
CP+0.6%CQ	235.06 kg/cm ²

Figura 13

Contraste de las resistencias promedios-28días



Se muestra las resistencias logradas a los 28 días en diversas muestras de concreto con diferentes proporciones de cascarilla de quinua (CQ). El concreto patrón (CP) alcanzó una resistencia de 214.96 kg/cm², mientras que las mezclas con 0.1%, 0.3% y 0.6% de CQ alcanzaron resistencias de 222.04 kg/cm², 239.75 kg/cm² y 235.06 kg/cm², respectivamente. Estos resultados indican que la incorporación de cascarilla de quinua mejora la resistencia del concreto con el tiempo.

COMPARATIVA

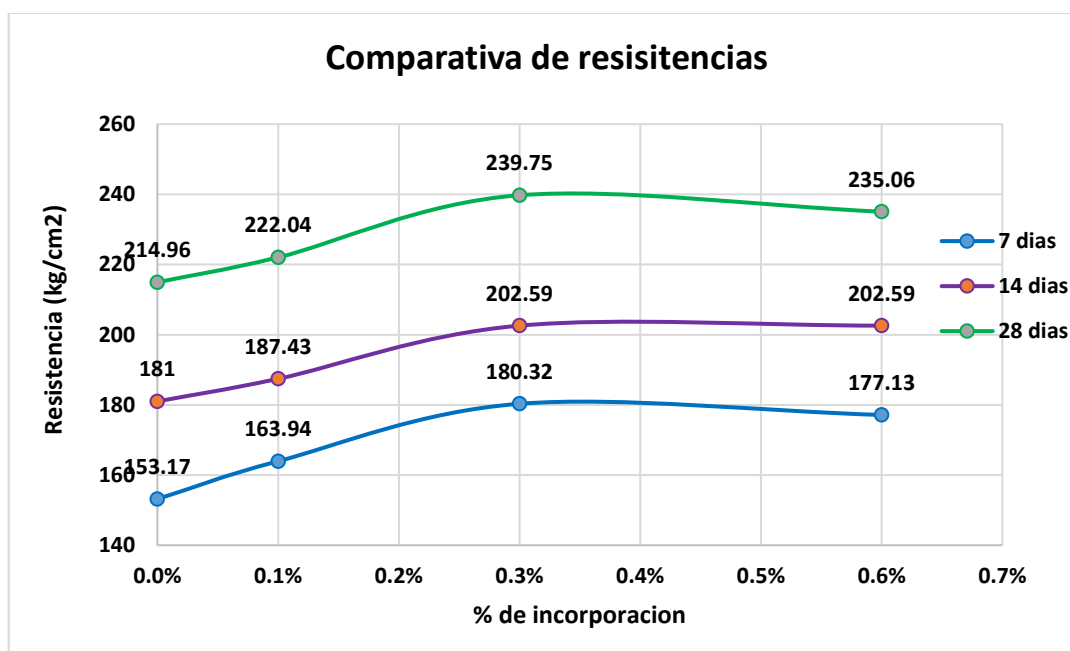
Tabla 27

Compilación de las resistencias de las diversas muestras

Descripciones	Esfuerzo kg/cm ²		
	7	Días 14	28
CP	153.17	181	214.96
CP+0.1%CQ	163.94	187.43	222.04
CP+0.3%CQ	180.32	202.59	239.75
CP+0.6%CQ	177.13	197.06	235.06

Figura 14

Análisis comparativo de los esfuerzos a compresión en varios períodos



Se presentan las mediciones de resistencia registradas en los distintos plazos de 7, 14 y 28 días, evidenciando que la inclusión de cascarilla de quinua resulta en un aumento notable de la resistencia. Se destaca un porcentaje óptimo de adición del 0.3%, ya que al aumentar al 0.6%, la resistencia tiende a disminuir.

4.1.2 Resistencia a compresión del concreto al adicionar cenizas de ichu en concentraciones de 0.5%, 1.5% y 2.5%.

a) 7 días

Tabla 28

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.5%CI-7

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	29654	167.58	7
	NU°2	29562	167.06	
	NU°3	29463	166.50	
	NU°4	29592	167.23	
	NU°5	29545	166.97	
PROMEDIO			167.07	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 7 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.5% de cenizas de ichus, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 167.07 kg/cm².

Tabla 29

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+1.5%CI-7

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	31615	178.67	7
	NU°2	31606	178.62	
	NU°3	31621	178.70	
	NU°4	31638	178.80	
	NU°5	31623	178.71	
PROMEDIO			178.70	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 7 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 1.5% de cenizas de ichus, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 178.70 kg/cm².

Tabla 30*Resultados del esfuerzo de fractura del CP+2.5%CI-7*

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	32875	185.79	7
	NU°2	32834	185.56	
	NU°3	32887	185.85	
	NU°4	32871	185.76	
	NU°5	32883	185.83	
PROMEDIO			185.76	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 7 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 2.5% de cenizas de ichu, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 185.76 kg/cm².

COMPARATIVA

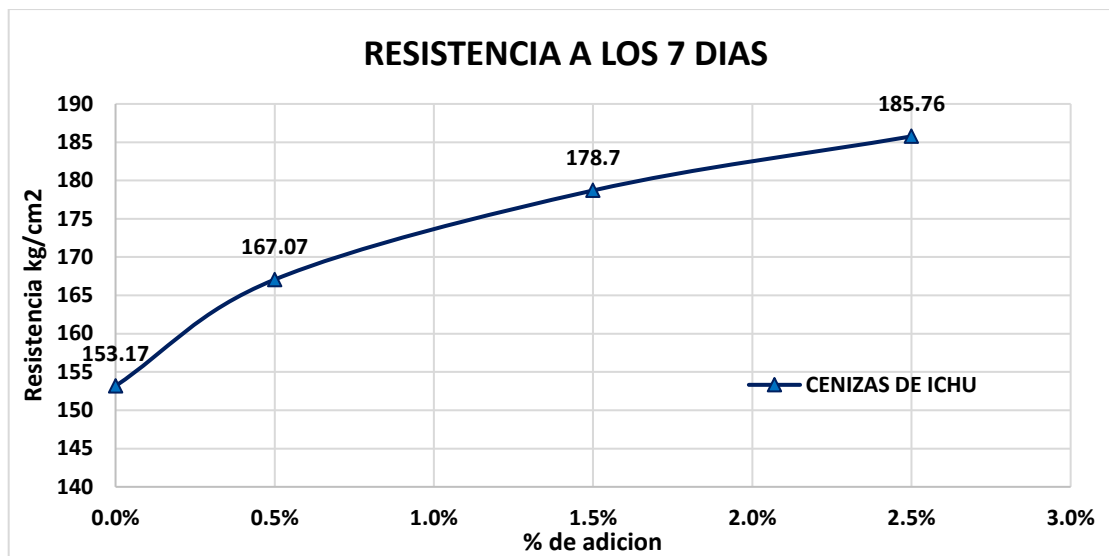
Tabla 31*Resistencias logradas- 7días*

Muestra	7 días
CP	153.17 kg/cm ²
CP+0.5%CI	167.07 kg/cm ²
CP+1.5%CI	178.70 kg/cm ²
CP+2.5%CI	185.76 kg/cm ²

Se aprecian los niveles de resistencia alcanzados por las probetas examinadas de 7 días, destacando que la incorporación de cenizas de ichu conlleva un aumento significativo en la resistencia

Figura 15

Contraste de las resistencias promedios-7 días



Se presenta las resistencias logradas a los 7 días en muestras de concreto con diferentes cantidades de cenizas de ichu (CI). El concreto patrón (CP) alcanzó una resistencia de 153.17 kg/cm², mientras que las mezclas con 0.5%, 1.5% y 2.5% de CI mostraron resistencias de 167.07 kg/cm², 178.70 kg/cm² y 185.76 kg/cm², respectivamente.

b) 14 días

Tabla 32

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.5%CI-14

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	33535	189.52	14
	NU°2	33523	189.45	
	NU°3	33411	188.82	
	NU°4	33465	189.88	
	NU°5	33573	189.73	
PROMEDIO			189.48	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 14 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.5% de cenizas de ichus, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 189.48 kg/cm².

Tabla 33*Resultados del esfuerzo de fractura del CP+1.5%CI-14*

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	35347	200.56	14
	NU°2	35393	200.02	
	NU°3	35332	200.47	
	NU°4	35397	200.84	
	NU°5	35391	200.81	
PROMEDIO			200.54	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 14 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 1.5% de cenizas de ichus, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 200.54 kg/cm².

Tabla 34*Resultados del esfuerzo de fractura del CP+2.5%CI-14*

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	36749	208.51	14
	NU°2	36876	208.40	
	NU°3	36875	209.23	
	NU°4	36856	209.12	
	NU°5	36789	208.74	
PROMEDIO			208.80	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 14 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 2.5% de cenizas de ichus, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 208.80 kg/cm².

COMPARATIVA

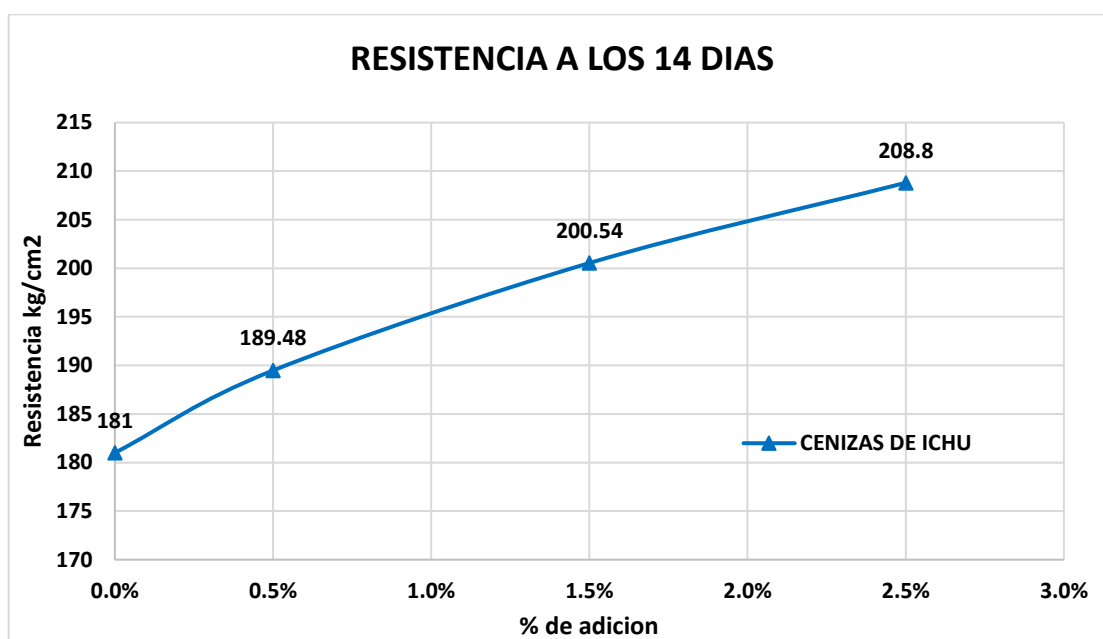
Tabla 35

Resistencias logradas- 14días

Muestra	14 días
CP	181.00 kg/cm ²
CP+0.5%CI	189.48 kg/cm ²
CP+1.5%CI	200.54 kg/cm ²
CP+2.5%CI	208.8 kg/cm ²

Figura 16

Contraste de las resistencias promedios-14días



Se muestra las resistencias obtenidas a los 14 días en muestras de concreto con diferentes porcentajes de cenizas de ichu (CI). El concreto patrón (CP) alcanzó una resistencia de 181.00 kg/cm², mientras que las mezclas con 0.5%, 1.5% y 2.5% de CI lograron resistencias de 189.48 kg/cm², 200.54 kg/cm² y 208.8 kg/cm², respectivamente. Estos resultados evidencian que la incorporación de cenizas de ichu mejora la resistencia del concreto con el tiempo.

c) 28 días

Tabla 36

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.5%CI-28

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	39559	223.56	28
	NU°2	39578	223.67	
	NU°3	39517	223.32	
	NU°4	39566	224.50	
	NU°5	39548	223.50	
PROMEDIO			223.50	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 28 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.5% de cenizas de ichus, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 223.50 kg/cm².

Tabla 37

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+1.5%CI-28

Diseño	Muestreo	Carga (kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	41586	235.02	28
	NU°2	41575	234.95	
	NU°3	41573	234.94	
	NU°4	41557	235.79	
	NU°5	41591	235.04	
PROMEDIO			235.15	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 28 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 1.5% de cenizas de ichus, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 235.15 kg/cm².

Tabla 38*Resultados del esfuerzo de fractura del CP+2.5%CI-28*

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	43079	243.45	28
	NU°2	43061	243.35	
	NU°3	43053	243.31	
	NU°4	43037	244.19	
	NU°5	43073	243.42	
PROMEDIO			243.54	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 28 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 2.5% de cenizas de ichus, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 243.54 kg/cm².

COMPARATIVA

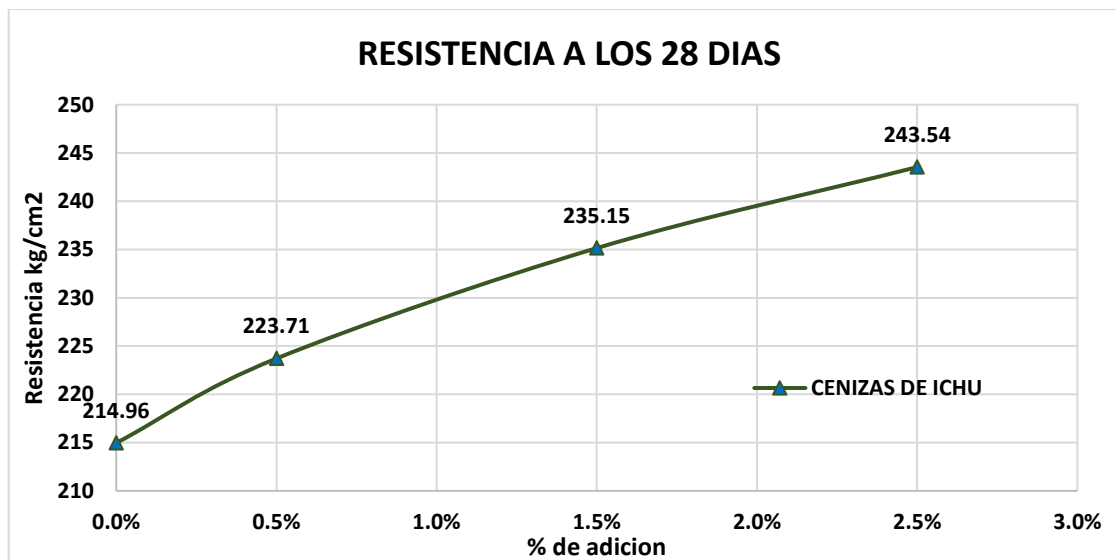
Tabla 39*Resistencias logradas- 28días*

Muestra	28días
CP	214.96 kg/cm ²
CP+0.5%CI	223.71 kg/cm ²
CP+1.5%CI	235.15 kg/cm ²
CP+2.5%CI	243.54 kg/cm ²

Se aprecian los niveles de resistencia alcanzados por las probetas examinadas durante un periodo de 28 días, destacando que la incorporación de cenizas de ichu conlleva un aumento significativo en la resistencia

Figura 17

Contraste de las resistencias promedios-28días



Se muestra las resistencias alcanzadas a los 28 días en muestras de concreto con diferentes cantidades de cenizas de ichu (CI). El concreto patrón (CP) obtuvo una resistencia de 214.96 kg/cm², mientras que las mezclas con 0.5%, 1.5% y 2.5% de CI lograron resistencias de 223.71 kg/cm², 235.15 kg/cm² y 243.54 kg/cm², respectivamente. Estos resultados reflejan una mejora en la resistencia del concreto con la adición de cenizas de ichu a medida que pasa el tiempo.

COMPARATIVA

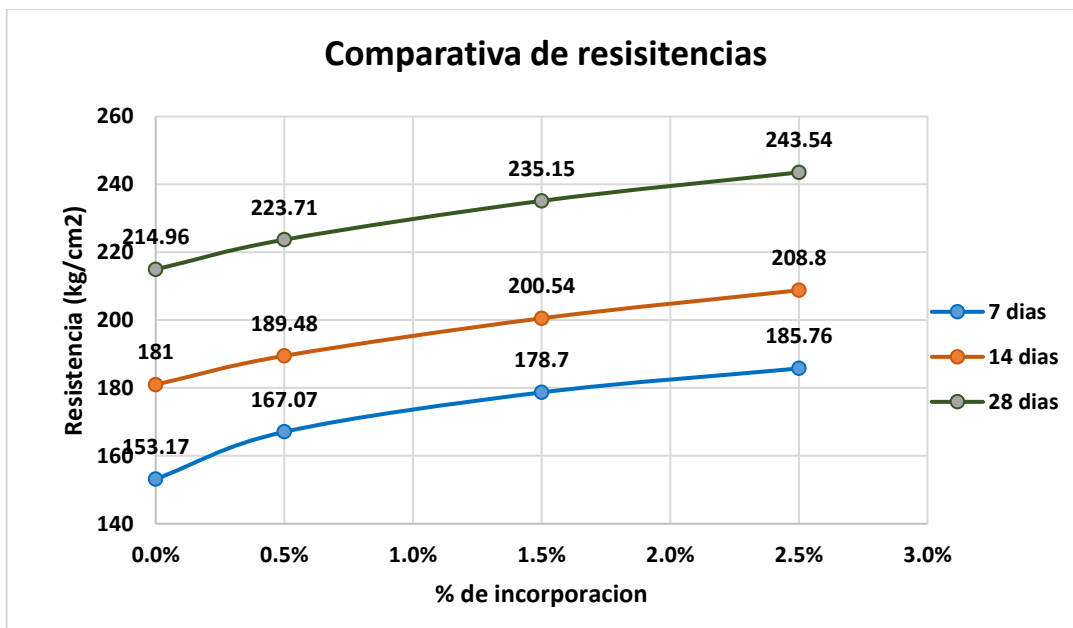
Tabla 40

Compilación de las resistencias de las diversas muestras

Descripciones	Esfuerzos kg/cm ²		
	7	Días 14	28
CP	153.17	181	214.96
CP+0.5%CI	167.07	189.48	223.71
CP+1.5%CI	178.7	200.54	235.15
CP+2.5%CI	185.76	208.8	243.54

Figura 18

Análisis comparativo de los esfuerzos a compresión en varios períodos



Se presentan las magnitudes resistentes alcanzadas en los distintos momentos de evaluación 7, 14 y 28 días, evidenciando que la inclusión de cenizas de ichu resulta en un aumento notable de la resistencia. Se destaca un porcentaje óptimo de adición del 2.5%.

4.1.3 Combinación de los porcentajes óptimos de cascarilla de quinua y cenizas de ichu

Tabla 41

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.3%CQ+2.5%CI-7

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Rotura	Días
210kg/cm ²	NU°1	30472	172.21	7
	NU°2	30483	172.27	
	NU°3	30464	172.16	
	NU°4	30472	172.21	
	NU°5	30484	172.27	
PROMEDIO			172.22	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 7 días. En la gráfica se aprecian las variaciones

de las muestras del CP con la adición del 0.3% de cascarilla de quinua y el 2.5% de cenizas de ichu, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 172.22 kg/cm².

Tabla 42

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.3%CQ+2.5%CI-14

Diseño	Muestreo	Carga (kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	34986	197.72	14
	NU°2	34994	197.76	
	NU°3	34978	197.67	
	NU°4	34999	198.58	
	NU°5	34988	197.73	
PROMEDIO			197.89	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 14 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.3% de cascarilla de quinua y el 2.5% de cenizas de ichu, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 197.89 kg/cm².

Tabla 43

Resultados del esfuerzo de fractura del CP+0.3%CQ+2.5%CI-28

Diseño	Muestreo	Carga(kg)	Roturas	Días
210kg/cm ²	NU°1	41065	232.07	28
	NU°2	41064	232.07	
	NU°3	41053	232.00	
	NU°4	41052	232.93	
	NU°5	41065	232.07	
PROMEDIO			232.23	

Se pueden observar las cinco muestras, donde cada una representa la variación de la resistencia compresiva durante un ciclo de 28 días. En la gráfica se aprecian las variaciones de las muestras del CP con la adición del 0.3% de cascarilla de quinua y el 2.5% de cenizas de ichu, y se calcula un promedio del esfuerzo de rotura de 232.23 kg/cm².

COMPARATIVA

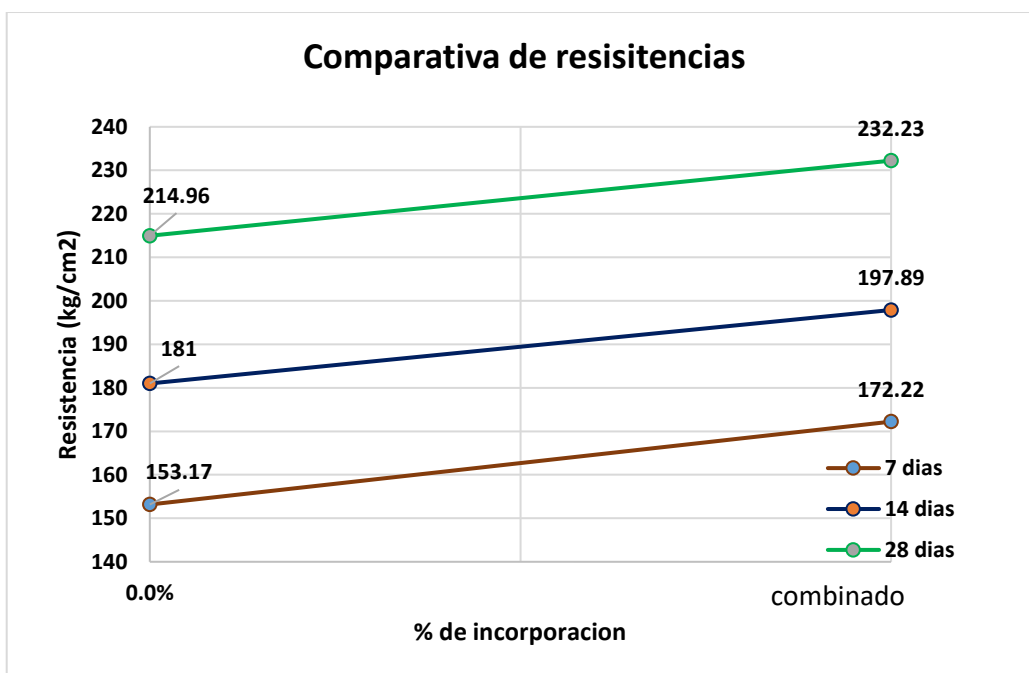
Tabla 44

Resistencias obtenida con adición de porcentajes óptimos

Muestra	Esfuerzo de resistencias kg/cm ²		
	7	14	28
CP	153.17	181	214.96
%Comb.	172.22	197.89	232.23

Figura 19

Contraste de las resistencias promedios con porcentajes óptimos



Se presentan las mediciones de resistencia correspondientes a los distintos periodos de 7, 14 y 28 días, evidenciando que la inclusión de cascarilla de quinua y cenizas de ichu resulta en un aumento notable de la resistencia.

Tabla 45

Registro de la resistencia obtenida

Descripciones	Esfuerzo soportado kg/cm ²		
	7	14	28
CP	153.17	181	214.96
CP+0.1%CQ	163.94	187.43	222.04
CP+0.3%CQ	180.32	202.59	239.75
CP+0.6%CQ	177.13	197.06	235.06
CP+0.5%CI	167.07	189.48	223.71
CP+1.5%CI	178.7	200.54	235.15
CP+2.5%CI	185.76	208.8	243.54
%Comb.	172.22	197.89	232.23

Se presenta la comparativa final de las resistencias obtenidas entre el concreto patrón y aquellos adicionados con cascarilla de quinua y cenizas en diversas dosificaciones. Donde, se observa que la adición del 0.3% de cascarilla de quinua resultó en una resistencia de 239.75, mientras que la incorporación del 2.5% de cenizas de ichu logró una resistencia de 243.54, siendo estas las dos resistencias más elevadas.

Tabla 46

Registro de la resistencia obtenida expresadas en porcentajes

Descripciones	Esfuerzo soportado %		
	7	14	28
CP	72.94%	86.19%	102.36%
CP+0.1%CQ	78.07%	89.25%	105.73%
CP+0.3%CQ	85.87%	96.47%	114.17%
CP+0.6%CQ	84.35%	93.84%	111.93%
CP+0.5%CI	79.56%	90.23%	106.53%
CP+1.5%CI	85.09%	95.49%	111.98%
CP+2.5%CI	88.46%	99.43%	115.97%
%Comb.	82.01%	94.23%	110.58%

Se presenta la comparativa final de los porcentajes de resistencias obtenidas entre el concreto patrón y aquellos adicionados con cascarilla de quinua y cenizas en diversas dosificaciones.

Tabla 47*Registro de la resistencia obtenida en porcentajes*

Muestra	Resistencia lograda	Diseño	Diferencia
CP	102.36%		2.36%
CP+0.1%CQ	105.73%		5.73%
CP+0.3%CQ	114.17%		14.17%
CP+0.6%CQ	111.93%	210kg/cm ² =100%	11.93%
CP+0.5%CI	106.53%		6.53%
CP+1.5%CI	111.98%		11.98%
CP+2.5%CI	115.97%		15.97%
%Comb.	110.58%		10.58%

Se pueden observar el aumento porcentual que muestran las diferentes muestras donde las que mayores aumentos tuvieron fue que con el 0.3% de cascarilla de quinua logro hasta un aumento de 14.17% y con la adición de cenizas de iche en 2.5% logro un aumento de 15.97%.

4.2 Discusión de resultados

En el estudio realizado por León Rodríguez en 2021, se evaluó la adición de cascarillas de quinua en proporciones de 0.12%, 0.2%, y 0.4%. La muestra patrón alcanzó una resistencia de 219 kg/cm². Sin embargo, al agregar un 0.12% de cascarilla de quinua, la resistencia se elevó significativamente a 276 kg/cm². Con un incremento del 0.2%, se logró una resistencia de 256 kg/cm², y al utilizar un 0.4%, se alcanzó una resistencia de 227.7 kg/cm². Estos resultados indican claramente que la adición de cascarillas de quinua refuerza el desempeño del material frente a cargas compresivas. Es evidente que a medida que se eleva la proporción de cascarilla, la resistencia a la compresión sigue mejorando, aunque existe una ligera disminución al llegar al 0.4%.

En comparación con el estudio de León Rodríguez, nuestro propio estudio empleó proporciones diferentes de cascarilla de quinua, específicamente 0.1%, 0.3%, y 0.6%. La muestra patrón en nuestro caso exhibió una resistencia de 214.96 kg/cm². Al introducir el 0.1% de cascarilla de quinua, se observó un aumento significativo en la resistencia,



alcanzando los 222.04 kg/cm². Asimismo, con la adición del 0.3%, se logró un aumento aún mayor, llegando a 239.75 kg/cm². Sin embargo, al adicionar el 0.6%, la resistencia experimentó una disminución a 235.06 kg/cm².

Al comparar estos resultados con los obtenidos por León Rodríguez, se refuerza la conclusión de que la adición de cascarilla de quinua refuerza el desempeño del material frente a cargas compresivas. Ambos estudios indican que la presencia de cascarilla de quinua en diferentes proporciones puede mejorar significativamente la resistencia del material a la compresión, aunque es esencial señalar la importancia de encontrar el equilibrio adecuado, ya que en nuestro caso, la resistencia disminuyó con una proporción del 0.6%.

En el estudio llevado a cabo por Ramos en 2022, se exploró la incorporación de cenizas de ichu en distintas dosificaciones: 0.5%, 1.5%, y 3%. El diseño patrón en este caso demostró una resistencia de 235.64 kg/cm². Al añadir un 0.5% de cenizas de ichu, se observó un aumento significativo en la resistencia, logrando los 253.37 kg/cm². Con la adición del 1.5%, se logró una resistencia aún mayor, llegando a 263.88 kg/cm². Finalmente, con la dosificación del 3%, se logró una resistencia de 270.58 kg/cm². El autor concluyó que la adición de cenizas de ichu genera un aumento en la resistencia compresiva.

En la investigación llevada a cabo por Matías en 2022, se exploró el reemplazo gradual de ceniza de ichu en proporciones de 5%, 7.5%, y 10%, sustituyendo parte del cemento. El diseño patrón en este caso exhibió una resistencia de 246.73 kg/cm². Cuando se realizó la sustitución del 5%, se evidenció una capacidad resistente de 250.11 kg/cm², indicando un ligero aumento. Sin embargo, al sustituir el 7.5%, la resistencia disminuyó significativamente a 192.15 kg/cm². La disminución fue aún más marcada al sustituir el 10%, con una resistencia de 186.63 kg/cm².



Estos resultados sugieren que la sustitución de cenizas de ichu puede ser beneficiosa para la resistencia a compresión hasta cierto punto. El aumento inicial al sustituir el 5% indica una posible mejora, pero la disminución posterior al incrementar los porcentajes de sustitución sugiere que existe un límite óptimo. Al superar este límite, la resistencia a compresión tiende a disminuir.

En nuestro estudio, llevamos a cabo la adición de cenizas de ichu en proporciones de 0.5%, 1.5%, y 2.5%. Los resultados indican que la adición del 0.5% logró una resistencia de 223.71 kg/cm². Con un incremento al 1.5%, la resistencia acrecentó a 235.15 kg/cm², y con una adición del 2.5%, se alcanzó una resistencia de 243.54kg/cm². Estos hallazgos respaldan la idea de que la adición de cenizas de ichu tiene un impacto positivo en la fuerza compresiva.

CONCLUSIONES

General, la adición de cascarilla de quinua y cenizas de ichu mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de San Román. Las mejores resistencias se lograron con 0.3% de cascarilla de quinua (239.75 kg/cm^2) y 2.5% de cenizas de ichu (243.54 kg/cm^2). Además, la combinación de los porcentajes óptimos de ambos aditivos (0.1% y 2.5%, respectivamente) también mostró un incremento respecto a la muestra patrón, confirmando su viabilidad como alternativa sostenible en la industria de la construcción.

Primera, la adición de cascarilla de quinua en concentraciones del 0.1%, 0.3% y 0.6% tiene un impacto positivo en la resistencia del concreto. Los resultados indican que la muestra patrón logró una resistencia de 214.96 kg/cm^2 . Con la adición del 0.1% de cascarilla de quinua, se observó un aumento significativo en la resistencia, alcanzando los 222.04 kg/cm^2 . Asimismo, con la incorporación del 0.3%, se logró un aumento aún mayor, llegando a 239.75 kg/cm^2 . Sin embargo, al adicionar el 0.6%, la resistencia experimentó una disminución a 235.06 kg/cm^2 .

Segunda, la adición de cenizas de ichu en concentraciones del 0.5%, 1.5%, y 2.5% muestra un impacto positivo en la resistencia del concreto. Los resultados revelan que al agregar un 0.5% de cenizas de ichu, se logró una resistencia de 223.71 kg/cm^2 . A una concentración del 1.5%, la resistencia aumentó a 235.15 kg/cm^2 , y con una adición del 2.5%, se alcanzó una resistencia significativamente mayor de 243.54 kg/cm^2 .

Tercera, la combinación de los porcentajes óptimos de cascarilla de quinua y cenizas de ichu muestra un efecto positivo notable en la resistencia a compresión. Los porcentajes óptimos utilizados fueron 0.1% para la cascarilla de quinua y 2.5% para las cenizas de ichu. Esta combinación resultó en una resistencia de 232.23 kg/cm^2 , considerablemente superior a la resistencia obtenida con la muestra patrón.



RECOMENDACIONES

Primera, se recomienda fomentar el uso de materiales alternativos como la cascarilla de quinua y el uso de ceniza de ichu en la preparación del concreto, especialmente en zonas altoandinas como la provincia de San Román, donde estos recursos están disponibles localmente, a fin de aportar al medio ambiente y al aspecto técnico de la tecnología de concretos.

Segunda, se sugiere realizar más estudios para explorar concentraciones adicionales de cascarilla de quinua y cenizas de ichu con el fin de identificar las proporciones óptimas que maximizan la resistencia del concreto, puesto que en el segundo material la resistencia alta se presenta en la máxima adición dando lugar a investigar mayores porcentajes de adición.

Tercera, para obtener una comprensión más completa, se sugiere investigar otras características mecánicas en el concreto, tales como la resistencia de flexión en vigas de concreto y a la tracción en briquetas, mismos que aportarían para el uso del concreto en pavimentos rígidos.

Cuarta, se recomienda investigar otras cualidades del concreto, como durabilidad, permeabilidad y peso específico, al utilizar la combinación de cascarilla de quinua y cenizas de ichu.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca Blas, L. R., & Baltazar Sahuanay, L. (2016). Resistencia del concreto f'c 210 kg/cm² con adición de ceniza de ichu. *Universidad San Pedro*.
- Almanza Cayo, J. T., & Eros Quispe, E. E. (2022). Cenizas de ichu en la estabilización del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98096>
- Bustamante Delgado, A. (2018). Evaluación de la resistencia a compresión del concreto F'c = 210 Kg/cm² empleando paja de Ichu en el distrito de Chota, Cajamarca—2018.
- Chea Gonzales, F. M. (2023). *Estudio de la fibra de ichu incorporada como aislante térmico a un sistema de construcción en seco para su uso en envolventes de viviendas rurales ubicadas en zonas climáticas frías del Perú* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/24625>
- Coaquira Coaquira, D. (2022). Influencia de ceniza de tronco de eucalipto y stipa ichu en propiedades físico mecánicas del concreto F'c=210 kg/cm², Puno—2022.
- Estación Experimental Agraria, Illpa - PunoAgraria. (2013, junio). Quinoa INIA 431—Altiplano. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. Plegable; n. 10 - 2013. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/508>
- Garcia-Parra, M., & Plazas Leguizamon, N. (2018). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en los sistemas de producción agraria. *Producción + Limpia*, 13, 112-119. <https://doi.org/10.22507/pml.v13n1a6>
- Hakeem, I. Y., Amin, M., Zeyad, A. M., Tayeh, B. A., Maglad, A. M., & Agwa, I. S. (2022). Effects of nano sized sesame stalk and rice straw ashes on high-strength concrete properties. *Journal of Cleaner Production*, 370, 133542. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133542>



- Iglesias, M. E. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Noveduc.
- Matias Aliaga, J. K., & Rixe Soto, R. (2022). Comparación de sustitución de cenizas de Ichu y ceniza de carbón en las cualidades del concreto F'C 210 KG/CM2 para edificaciones, Pasco 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92037>
- Quispe Arocutipa, L. P. (2022). Influencia de la cascarilla de cañihua en las propiedades fisicomecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Puno—2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107229>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2021). Ficha técnica agroclimática—Quinua. *Repositorio Institucional - SENAMHI*. <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1415>
- Solarte, S., Ospina, M., Aperador, W., & Gutierrez, R. M. de. (2007). Efecto del modo de obtención de la sílice amorfa a partir de la cascarilla de arroz en las propiedades de durabilidad del concreto armado. *Scientia et Technica*, 1(36), Article 36.
- Su, Q., & Xu, J. (2023). Mechanical properties of concrete containing glass sand and rice husk ash. *Construction and Building Materials*, 393, 132053. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132053>
- Sucasaca Ramos, R. Y., & Tamayo Arana, G. G. (2022). Influencia de la sustitución de la ceniza de ichu y totora en el concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, Puno – 2022.
- Suxo Tutilla, P. Y., & Almanza Vega, G. R. (tutor). (2018). *Cuantificación, evaluación farmacológica y derivatización de sapogeninas de cascarilla de quinua (Chenopodium quinoa Willd)* [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/19079>
- Weninger Padilla, L. A. (2020). Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de café en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Piura.
- Zósimo, A., Surichaqui, M., Huacho, M., & Ronceros, J. (2022). Diseño de mezcla de concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, adicionando cenizas de Stipa Ichu para estructuras de



edificación a compresión en Lircay. *Revista Científica Ciencias Ingenieriles*, 2(2),
Article 2.



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

“INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN”				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General: ¿Cómo incide la adición de cascarilla de quinua y cenizas de ichu sobre la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la provincia de San Román?</p>	<p>Objetivo General: Determinar la incidencia de la adición de cascarilla de quinua y cenizas de ichu sobre la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la provincia de San Román.</p>	<p>Hipótesis General: La adición de cascarilla de quinua y cenizas de ichu tiene un impacto positivo sobre la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la provincia de San Román.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Cascarilla de quinua y cenizas de ichu</p> <p>Dimensiones: <i>Dosificación de cascarilla de quinua y cenizas de ichu.</i></p> <p>Variable Dependiente Resistencia a la compresión del concreto</p> <p>Dimensiones: <i>Resistencia a la compresión</i></p>	<p>Báscula Electrónica, Plantilla de datos.</p> <p>- Laboratorio.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál es el impacto en la resistencia a compresión del concreto al incorporar cascarilla de quinua en concentraciones de 0.1%, 0.3%, y 0.6%?</p> <p>¿Cuál es el impacto en la resistencia a compresión del concreto al adicionar cenizas de ichu en proporciones de 0.5%, 1.5% y 2.5%?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la combinación de los porcentajes óptimos de cascarilla de quinua y cenizas de ichu en la resistencia a compresión?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Evaluar el impacto en la resistencia a compresión del concreto al adicionar cascarilla de quinua en concentraciones de 0.1%, 0.3%, y 0.6%.</p> <p>Evaluar el impacto en la resistencia a compresión del concreto al adicionar cenizas de ichu en concentraciones de 0.5%, 1.5% y 2.5%.</p> <p>Determinar el efecto de la combinación de los porcentajes óptimos de cascarilla de quinua y cenizas de ichu en la resistencia a compresión.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>El impacto en la resistencia a compresión del concreto al adicionar cascarilla de quinua en concentraciones de 0.1%, 0.3%, y 0.6% será de manera positiva.</p> <p>El impacto en la resistencia a compresión del concreto al adicionar cenizas de ichu en concentraciones de 0.5%, 1.5% y 2.5% será de manera positiva.</p> <p>La combinación de los porcentajes óptimos de cascarilla de quinua y cenizas de ichu tendrá un efecto positivo en la resistencia a compresión.</p>		

Anexo 2. Fotografías



Fotografía 1. Humedad del material



Fotografía 2. Análisis de distribución granulométrica



Fotografía 3. Peso volumétrico suelto y varillado



Fotografía 4. Rotura de briquetas



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



PROYECTO : INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE
CANTERA : ISLA
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 5 DE MARZO DEL 2024

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 495.16
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 511.18
N° 8	34.37	6.87	6.87	93.13	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1326.15
N° 16	121.61	24.32	31.20	68.80	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1661.58
N° 30	119.89	23.98	55.17	44.83	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	107.67	21.53	76.71	23.29	Wc+B =	1837
N° 100	99.31	19.86	96.57	3.43	Wc+B-W =	176
N° 200	12.15	2.43	99.00	1.00	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.91$ gr/cm ³
FONDO	5.00	1.00	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	500.00	100.00			B =	511.18
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	16.02
Mf = MÓDULO DE FINEZA					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.24$ %
					Mf = 2.67	

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 827.56
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 851.12
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1326.15
3/4"	355.11	10.15	10.15	89.85	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1810.11
1/2"	1012.15	28.92	39.06	60.94	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	931.35	26.61	65.67	34.33	Wc+B =	2177
1/4"	407.71	11.65	77.32	22.68	Wc+B-W =	367
N° 4	793.68	22.68	88.35	11.65	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.32$ gr/cm ³
FONDO	0.00	0.00	88.35	11.65	ABSORCIÓN	
SUMA	3500.00	70.00			B =	851.12
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	23.56
					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.85$ %

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



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

Meir. Arnaldo Yana Torres

BIE : B006-00315216



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

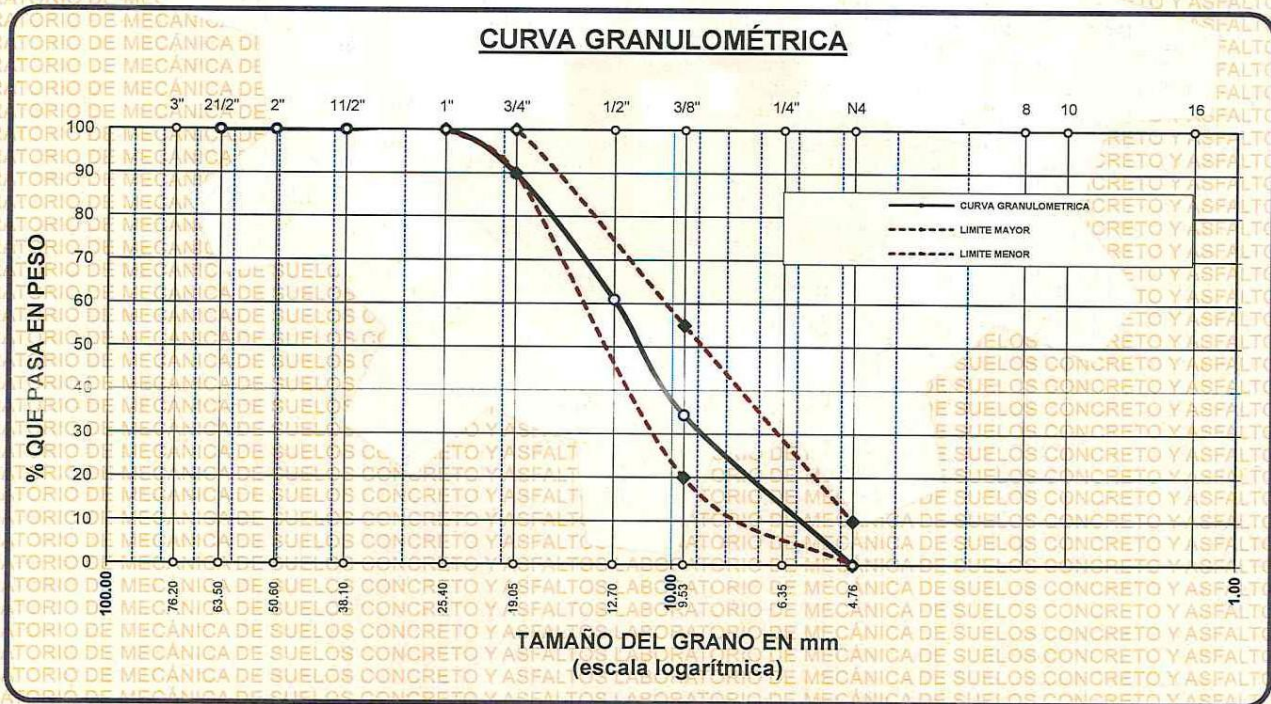
SOLICITANTE : BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE

CANTERA : ISLA

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

FECHA : 5 DE MARZO DEL 2024

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" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
3/4"	19.050	355.11	10.15	10.15	89.85		
1/2"	12.700	1012.15	28.92	39.06	60.94		
3/8"	9.525	931.35	26.61	65.67	34.33	20 - 55 %	
1/4"	6.350	407.71	11.65	77.32	22.68		
No4	4.760	793.68	22.68	100.00	0.00	0 - 10 %	
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
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. JEFEATURA
JULIACA - PERU

Mgr. Arnaldo Yana Torres
CIF. 103257



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

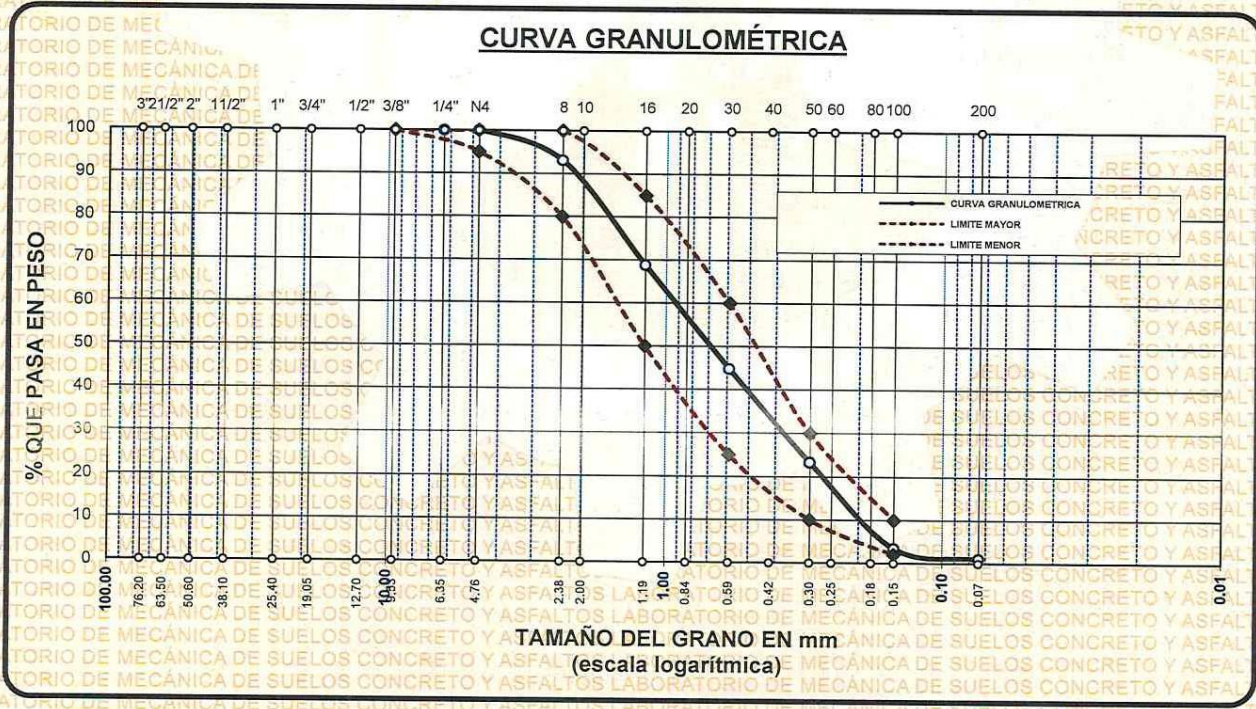


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE
CANTERA : ISLA
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 5 DE MARZO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 2.67
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	34.37	6.87	6.87	93.13	50 - 85 %	
No16	1.190	121.61	24.32	31.20	68.80	25 - 60 %	
No30	0.590	119.89	23.98	55.17	44.83	10 - 30 %	
No50	0.300	107.67	21.53	76.71	23.29	2-10%	
No100	0.149	99.31	19.86	96.57	3.43		
No200	0.074	12.15	2.43	99.00	1.00		
BASE		5.00	1.00	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		1.00					



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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

PROYECTO : INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER JOSÉ GONZALO MAMANI ARHUIRE

CANTERA : ISLA

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

FECHA : 5 DE MARZO DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	341.17
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	329.51
PESO DEL TARRO (gr.)	39.11
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	302.06
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	290.40
PESO DEL AGUA (gr.)	11.66
% HUMEDAD	4.02

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	543.75
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	532.43
PESO DEL TARRO (gr.)	40.12
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	503.63
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	492.31
PESO DEL AGUA (gr.)	11.32
% HUMEDAD	2.30

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE

CANTERA : ISLA

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

FECHA : 5 DE MARZO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	5957 gr	5957 gr	5957 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9386.00 gr	9381.00 gr	9388.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3429.00 gr	3424.00 gr	3431.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.651 gr/cm ³	1.649 gr/cm ³	1.652 gr/cm ³
PROMEDIO		1.650 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	5957 gr	5957 gr	5957 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9693.00 gr	9695.00 gr	9697.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3736.00 gr	3738.00 gr	3740.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.799 gr/cm ³	1.800 gr/cm ³	1.801 gr/cm ³
PROMEDIO		1.800 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres
CIF. 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE

CANTERA : ISLA

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

FECHA : 5 DE MARZO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	7974 gr	7974 gr	7974 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3157 cm ³	3157 cm ³	3157 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12811.00 gr	12823.00 gr	12802.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4837.00 gr	4849.00 gr	4828.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.532 gr/cm ³	1.536 gr/cm ³	1.529 gr/cm ³
PROMEDIO		1.532 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	7974 gr	7974 gr	7974 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3157 cm ³	3157 cm ³	3157 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13243.00 gr	13255.00 gr	13254.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5269.00 gr	5281.00 gr	5280.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.669 gr/cm ³	1.673 gr/cm ³	1.672 gr/cm ³
PROMEDIO		1.671 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP/INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.²

PROYECTO : INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUINE
CANTERA : ISLA
UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 5 DE MARZO DEL 2024

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

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

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: $3/4"$ (19.05mm)

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.32	2.91
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1671	1800
P.U. Suelto	1532	1650
% de Absorción	2.85	3.24
% de Humedad Natural	2.30	4.02
Modulo de Fineza	-	2.67

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mestr. Arnaldo Yana Torres

CIP 103257



7. De acuerdo al módulo de finiza del agregado fino = 2.67 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1671 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.633 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.633) * (1671) = 1058 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= (366) / (2.85 * 1000) = 0.128 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= (1058) / (2.32 * 1000) = 0.456 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volúmen sub total} &= 0.810 \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.810) = 0.190 \text{ m}^3$$

$$(0.190) * (2.91) * 1000 = 553 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (1058) * (1.0229936) = 1082 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado fino húmedo } (553) * (1.0402) = 575 \text{ Kg.}$$

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:

$$205 - 1058 * \left(\frac{2.30 - 2.85}{100} \right) - 553 \left(\frac{4.02 - 3.24}{100} \right) = 206$$

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	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	206	0.56
Agreg. Grueso	1058	2.89	1082	2.96
Agreg. Fino	553	1.51	575	1.57
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	: 42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	: 66.81 Kg.
Agregado grueso húmedo	: 125.64 Kg.
Agua efectiva	: 23.97 Kg.



UNIVERSIDAD NACIONAL CAJAMARCA
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres
CIF. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP-339.034

TEMA: INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE

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

FECHA: 05 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	27032	15.01	176.95	152.77	210	05/03/2024	13/03/2024	7	72.75
2	MST-02	27091	14.98	176.24	153.71	210	05/03/2024	13/03/2024	7	73.20
3	MST-03	27029	15.01	176.95	152.75	210	05/03/2024	13/03/2024	7	72.74
4	MST-04	27069	14.98	176.24	153.59	210	05/03/2024	13/03/2024	7	73.14
5	MST-05	27075	15.01	176.95	153.01	210	05/03/2024	13/03/2024	7	72.86
Promedio De Esf. Rotura					153.17					72.94

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	31847	14.98	176.24	180.70	210	05/03/2024	20/03/2024	14	86.05
2	MST-07	31985	15.01	176.95	180.76	210	05/03/2024	20/03/2024	14	86.07
3	MST-08	31967	14.98	176.24	181.38	210	05/03/2024	20/03/2024	14	86.37
4	MST-09	31881	14.98	176.24	180.89	210	05/03/2024	20/03/2024	14	86.14
5	MST-10	31945	14.98	176.24	181.25	210	05/03/2024	20/03/2024	14	86.31
Promedio De Esf. Rotura					181.00					86.19

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	37987	15.01	176.95	214.68	210	05/03/2024	03/04/2024	28	102.23
2	MST-12	37965	15.01	176.95	214.55	210	05/03/2024	03/04/2024	28	102.17
3	MST-13	37975	15.01	176.95	214.61	210	05/03/2024	03/04/2024	28	102.19
4	MST-14	37963	14.98	176.24	215.40	210	05/03/2024	03/04/2024	28	102.57
5	MST-15	37991	14.98	176.24	215.56	210	05/03/2024	03/04/2024	28	102.65
Promedio De Esf. Rotura					214.96					102.36

OBSERVACIONES:

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 703257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP-339.034

TEMA : INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE

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

FECHA : 05 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 0.1% DE CASCARILLA DE QUINUA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	28978	15.01	176.95	163.76	210	05/03/2024	13/03/2024	7	77.98
2	MST-02	28957	15.01	176.95	163.64	210	05/03/2024	13/03/2024	7	77.93
3	MST-03	28839	14.98	176.24	163.63	210	05/03/2024	13/03/2024	7	77.92
4	MST-04	29015	14.98	176.24	164.63	210	05/03/2024	13/03/2024	7	78.40
5	MST-05	29023	15.01	176.95	164.02	210	05/03/2024	13/03/2024	7	78.10
Promedio De Esf. Rotura					163.94					78.07

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	33159	15.01	176.95	187.39	210	05/03/2024	20/03/2024	14	89.23
2	MST-07	33187	15.01	176.95	187.55	210	05/03/2024	20/03/2024	14	89.31
3	MST-08	33195	15.01	176.95	187.60	210	05/03/2024	20/03/2024	14	89.33
4	MST-09	33158	15.01	176.95	187.39	210	05/03/2024	20/03/2024	14	89.23
5	MST-10	33131	15.01	176.95	187.23	210	05/03/2024	20/03/2024	14	89.16
Promedio De Esf. Rotura					187.43					89.25

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	39277	15.01	176.95	221.97	210	05/03/2024	03/04/2024	28	105.70
2	MST-12	39206	14.98	176.24	222.45	210	05/03/2024	03/04/2024	28	105.93
3	MST-13	39258	15.01	176.95	221.86	210	05/03/2024	03/04/2024	28	105.65
4	MST-14	39269	15.01	176.95	221.92	210	05/03/2024	03/04/2024	28	105.68
5	MST-15	39279	15.01	176.95	221.98	210	05/03/2024	03/04/2024	28	105.70
Promedio De Esf. Rotura					222.04					105.73

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



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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP-339.034

TEMA : INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE

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

FECHA : 05 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 0.3% DE CASCARILLA DE QUINUA

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 DÍAS	RESISTENCIA %
1	MST-01	31878	15.01	176.95	180.15	210	05/03/2024	13/03/2024	7	85.79
2	MST-02	31836	15.01	176.95	179.92	210	05/03/2024	13/03/2024	7	85.67
3	MST-03	31847	14.98	176.24	180.70	210	05/03/2024	13/03/2024	7	86.05
4	MST-04	31853	14.98	176.24	180.73	210	05/03/2024	13/03/2024	7	86.06
5	MST-05	31869	15.01	176.95	180.10	210	05/03/2024	13/03/2024	7	85.76
Promedio De Esf. Rotura					180.32					85.87

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 DÍAS	RESISTENCIA %
1	MST-06	35838	15.01	176.95	202.53	210	05/03/2024	20/03/2024	14	96.44
2	MST-07	35849	15.01	176.95	202.59	210	05/03/2024	20/03/2024	14	96.47
3	MST-08	35867	15.01	176.95	202.70	210	05/03/2024	20/03/2024	14	96.52
4	MST-09	35845	15.01	176.95	202.57	210	05/03/2024	20/03/2024	14	96.46
5	MST-10	35843	15.01	176.95	202.56	210	05/03/2024	20/03/2024	14	96.46
Promedio De Esf. Rotura					202.59					96.47

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 DÍAS	RESISTENCIA %
1	MST-11	42421	15.01	176.95	239.73	210	05/03/2024	03/04/2024	28	114.16
2	MST-12	42309	14.98	176.24	240.06	210	05/03/2024	03/04/2024	28	114.31
3	MST-13	42483	15.01	176.95	240.08	210	05/03/2024	03/04/2024	28	114.33
4	MST-14	42345	15.01	176.95	239.30	210	05/03/2024	03/04/2024	28	113.95
5	MST-15	42394	15.01	176.95	239.58	210	05/03/2024	03/04/2024	28	114.09
Promedio De Esf. Rotura					239.75					114.17

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



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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHÚ SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.
SOLICITANTE: BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 05 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 0.6% DE CASCARILLA DE QUINUA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	31299	15.01	176.95	176.88	210	05/03/2024	13/03/2024	7	84.23
2	MST-02	31292	15.01	176.95	176.84	210	05/03/2024	13/03/2024	7	84.21
3	MST-03	31293	14.98	176.24	177.56	210	05/03/2024	13/03/2024	7	84.55
4	MST-04	31284	14.98	176.24	177.50	210	05/03/2024	13/03/2024	7	84.53
5	MST-05	31297	15.01	176.95	176.87	210	05/03/2024	13/03/2024	7	84.22
Promedio De Esf. Rotura					177.13					84.35

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	34856	15.01	176.95	196.98	210	05/03/2024	20/03/2024	14	93.80
2	MST-07	34864	15.01	176.95	197.03	210	05/03/2024	20/03/2024	14	93.82
3	MST-08	34876	15.01	176.95	197.10	210	05/03/2024	20/03/2024	14	93.85
4	MST-09	34872	15.01	176.95	197.07	210	05/03/2024	20/03/2024	14	93.84
5	MST-10	34884	15.01	176.95	197.14	210	05/03/2024	20/03/2024	14	93.88
Promedio De Esf. Rotura					197.06					93.84

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	41565	15.01	176.95	234.90	210	05/03/2024	03/04/2024	28	111.86
2	MST-12	41545	14.98	176.24	235.72	210	05/03/2024	03/04/2024	28	112.25
3	MST-13	41567	15.01	176.95	234.91	210	05/03/2024	03/04/2024	28	111.86
4	MST-14	41555	15.01	176.95	234.84	210	05/03/2024	03/04/2024	28	111.83
5	MST-15	41574	15.01	176.95	234.95	210	05/03/2024	03/04/2024	28	111.88
Promedio De Esf. Rotura					235.06					111.93

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



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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CÁSCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE

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

FECHA : 05 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 0.5% DE CENIZA DE ICHU

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	MST-01	29654	15.01	176.95	167.58	210	05/03/2024	13/03/2024	7
2	MST-02	29562	15.01	176.95	167.06	210	05/03/2024	13/03/2024	7
3	MST-03	29463	15.01	176.95	166.50	210	05/03/2024	13/03/2024	7
4	MST-04	29592	15.01	176.95	167.23	210	05/03/2024	13/03/2024	7
5	MST-05	29545	15.01	176.95	166.97	210	05/03/2024	13/03/2024	7
Promedio De Esf. Rotura					167.07				79.56

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	MST-06	33535	15.01	176.95	189.52	210	05/03/2024	20/03/2024	14
2	MST-07	33523	15.01	176.95	189.45	210	05/03/2024	20/03/2024	14
3	MST-08	33411	15.01	176.95	188.82	210	05/03/2024	20/03/2024	14
4	MST-09	33465	14.98	176.24	189.88	210	05/03/2024	20/03/2024	14
5	MST-10	33573	15.01	176.95	189.73	210	05/03/2024	20/03/2024	14
Promedio De Esf. Rotura					189.48				90.23

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	MST-11	39559	15.01	176.95	223.56	210	05/03/2024	03/04/2024	28
2	MST-12	39578	15.01	176.95	223.67	210	05/03/2024	03/04/2024	28
3	MST-13	39517	15.01	176.95	223.32	210	05/03/2024	03/04/2024	28
4	MST-14	39566	14.98	176.24	224.50	210	05/03/2024	03/04/2024	28
5	MST-15	39548	15.01	176.95	223.50	210	05/03/2024	03/04/2024	28
Promedio De Esf. Rotura					223.71				106.53

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINÚA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE

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

FECHA: 05 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 1.5% DE CENIZA DE ICHU

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	MST-01	31615	15.01	176.95	178.67	210	05/03/2024	13/03/2024	7	85.08
2	MST-02	31606	15.01	176.95	178.62	210	05/03/2024	13/03/2024	7	85.05
3	MST-03	31621	15.01	176.95	178.70	210	05/03/2024	13/03/2024	7	85.10
4	MST-04	31638	15.01	176.95	178.80	210	05/03/2024	13/03/2024	7	85.14
5	MST-05	31623	15.01	176.95	178.71	210	05/03/2024	13/03/2024	7	85.10
Promedio De Esf. Rotura					178.70				7	85.09

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	MST-06	35347	14.98	176.24	200.56	210	05/03/2024	20/03/2024	14	95.50
2	MST-07	35393	15.01	176.95	200.02	210	05/03/2024	20/03/2024	14	95.25
3	MST-08	35332	14.98	176.24	200.47	210	05/03/2024	20/03/2024	14	95.45
4	MST-09	35397	14.98	176.24	200.84	210	05/03/2024	20/03/2024	14	95.64
5	MST-10	35391	14.98	176.24	200.81	210	05/03/2024	20/03/2024	14	95.62
Promedio De Esf. Rotura					200.54				14	95.49

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	MST-11	41586	15.01	176.95	235.02	210	05/03/2024	03/04/2024	28	111.91
2	MST-12	41575	15.01	176.95	234.95	210	05/03/2024	03/04/2024	28	111.88
3	MST-13	41573	15.01	176.95	234.94	210	05/03/2024	03/04/2024	28	111.86
4	MST-14	41557	14.98	176.24	235.79	210	05/03/2024	03/04/2024	28	112.28
5	MST-15	41591	15.01	176.95	235.04	210	05/03/2024	03/04/2024	28	111.93
Promedio De Esf. Rotura					235.15				28	111.98

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



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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 05 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 2.5% DE CENIZA DE ICHU

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	MST-01	32875	15.01	176.95	185.79	210	05/03/2024	13/03/2024	7	88.47
2	MST-02	32834	15.01	176.95	185.56	210	05/03/2024	13/03/2024	7	88.36
3	MST-03	32887	15.01	176.95	185.85	210	05/03/2024	13/03/2024	7	88.50
4	MST-04	32871	15.01	176.95	185.76	210	05/03/2024	13/03/2024	7	88.46
5	MST-05	32883	15.01	176.95	185.83	210	05/03/2024	13/03/2024	7	88.49
Promedio De Esf. Rotura					185.76					88.46

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	MST-06	36749	14.98	176.24	208.51	210	05/03/2024	20/03/2024	14	99.29
2	MST-07	36876	15.01	176.95	208.40	210	05/03/2024	20/03/2024	14	99.24
3	MST-08	36875	14.98	176.24	209.23	210	05/03/2024	20/03/2024	14	99.63
4	MST-09	36856	14.98	176.24	209.12	210	05/03/2024	20/03/2024	14	99.58
5	MST-10	36789	14.98	176.24	208.74	210	05/03/2024	20/03/2024	14	99.40
					208.80					99.43

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	MST-11	43079	15.01	176.95	243.45	210	05/03/2024	03/04/2024	28	115.93
2	MST-12	43061	15.01	176.95	243.35	210	05/03/2024	03/04/2024	28	115.88
3	MST-13	43053	15.01	176.95	243.31	210	05/03/2024	03/04/2024	28	115.86
4	MST-14	43037	14.98	176.24	244.19	210	05/03/2024	03/04/2024	28	116.28
5	MST-15	43073	15.01	176.95	243.42	210	05/03/2024	03/04/2024	28	115.91
Promedio De Esf. Rotura					243.54					115.97

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



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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZAS DE ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE: BACHILLER JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 05 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 0.3% CQ+ 2.5%CI

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	30472	15.01	176.95	172.21	210	05/03/2024	13/03/2024	7	82.00
2	MST-02	30483	15.01	176.95	172.27	210	05/03/2024	13/03/2024	7	82.03
3	MST-03	30464	15.01	176.95	172.16	210	05/03/2024	13/03/2024	7	81.98
4	MST-04	30472	15.01	176.95	172.21	210	05/03/2024	13/03/2024	7	82.00
5	MST-05	30484	15.01	176.95	172.27	210	05/03/2024	13/03/2024	7	82.04
Promedio De Esf. Rotura					172.22					82.01

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	34986	15.01	176.95	197.72	210	05/03/2024	20/03/2024	14	94.15
2	MST-07	34994	15.01	176.95	197.76	210	05/03/2024	20/03/2024	14	94.17
3	MST-08	34978	15.01	176.95	197.67	210	05/03/2024	20/03/2024	14	94.13
4	MST-09	34999	14.98	176.24	198.58	210	05/03/2024	20/03/2024	14	94.56
5	MST-10	34988	15.01	176.95	197.73	210	05/03/2024	20/03/2024	14	94.16
Promedio De Esf. Rotura					197.89					94.23

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	41065	15.01	176.95	232.07	210	05/03/2024	03/04/2024	28	110.51
2	MST-12	41064	15.01	176.95	232.07	210	05/03/2024	03/04/2024	28	110.51
3	MST-13	41053	15.01	176.95	232.00	210	05/03/2024	03/04/2024	28	110.48
4	MST-14	41052	14.98	176.24	232.93	210	05/03/2024	03/04/2024	28	110.92
5	MST-15	41065	15.01	176.95	232.07	210	05/03/2024	03/04/2024	28	110.51
Promedio De Esf. Rotura					232.23					110.58

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



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



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 17/11/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JOSE GONZALO MAMANI ARHUIRE
Dirección: Jr. LAS ROSAS
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70299309
Teléfono: 912 647 647 email: josegonzalomamaniarhuire@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL
Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
Asesor: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CASCARILLA DE QUINUA Y CENIZA DE
ICHU SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO
CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Palabras claves, (3 a 5 términos): CASCARILLA DE QUINUA, CENIZA DE ICHU, CONCRETO

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

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.
² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN- P17

Firma de Autor



huella digital

17 / 11 / 2025

Fecha