



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE
CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LUIS DARIO LEMA ATENCIO

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 CENIZAS DE TALLO DE
CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LUIS DARIO LEMA ATENCIO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

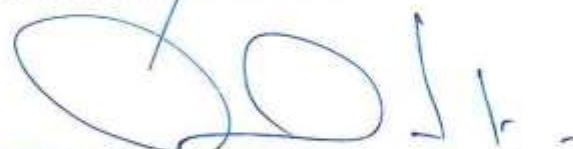
PRIMER MIEMBRO

:


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

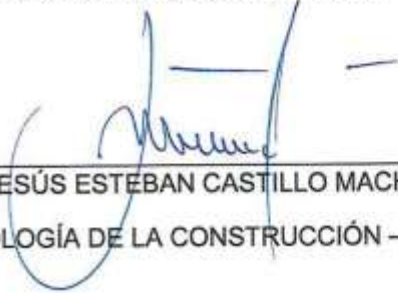
SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. WILFREDO DAVID SUÑO PACORI

ASESOR DE TESIS

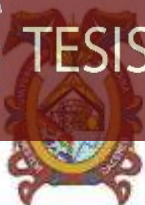
:


M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1501-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 11400 presentado por el (la) Bachiller: **LUIS DARIO LEMA ATENCIO** 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. **LUIS DARIO LEMA ATENCIO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO**, 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. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **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, M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **LUIS DARIO LEMA ATENCIO**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 20 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 15:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C.S. PURASDr. OSCAR V. VIANORTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C.S. PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivado
Intercedido (si)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 965-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de setiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 7023, presentado por el señor (a) **LUIS DARIO LEMA ATENCIO** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveedor del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1576-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **LUIS DARIO LEMA ATENCIO** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1576-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO**.

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

Estando, con la opinión favorable del Director de la Unidad 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, 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 **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, designado al señor (a): **LUIS DARIO LEMA ATENCIO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, se le asigna como:

ASESOR: M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

D. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP: 32730

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

DIRECTOR

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1266-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 10 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU-8634 por el señor (a): **LUIS DARIO LEMA ATENCIO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN** (borrador de tesis), el **PROVEIDO - N° 886-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 126 - 2025 del integrante del comité de investigación 1266 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **LUIS DARIO LEMA ATENCIO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 126 - 2025 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO**, 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 señor (a): **LUIS DARIO LEMA ATENCIO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO** 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), M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

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 PURASDr. OSCAR V. VAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP 22730UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Fride Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
Interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1576-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 25 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 16884, presentado el señor (a) **LUIS DARIO LEMA ATENCIO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 1353-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 376-2024 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 señor (a): **LUIS DARIO LEMA ATENCIO** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 376-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **LUIS DARIO LEMA ATENCIO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO** 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** de al (a la) docente **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA EN AGREGADOS DEL RÍO CABANILLAS – JULIACA A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

edoc.pub

Fuente de Internet

3%

2

biblio.ingenieria.usac.edu.gt

Fuente de Internet

2%

3

www.coursehero.com

Fuente de Internet

2%

4

www.nehuenpeuman.edu.ar

Fuente de Internet

2%

5

biblioteca.usac.edu.gt

Fuente de Internet

2%

6

repositorio.uap.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

1library.co

Fuente de Internet

1%

8

[Submitted to uncedu](#)

Trabajo del estudiante

1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	LUIS DARIO LEMA ATENCIO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47610009
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-6289-5172
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	



Nombres y apellidos	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	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Latitud: S 15° 50' 36" Longitud: O 70° 01' 25"  https://maps.app.goo.gl/iA25QJdVg3jRdWfv7
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2024 – Noviembre 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03
https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	



Dr. César G. Camargo Rojas
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo LUIS DARIO LEMA ATENCIO, identificado con DNI
Nro. 47610009, 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 CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES

CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO

Asesorado por: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

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.

Juliana 29 de diciembre del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mi mayor fuente de amor, paciencia y sentido.

A ti, mi compañera de vida, gracias por tu apoyo incondicional, por sostenerme en los días de cansancio y celebrar conmigo en los momentos de logro. Tu fe en mí fue el impulso que necesitaba para no rendirme.

Y a mí hijo, cuya sola presencia me inspira a ser mejor cada día: esta meta también es para él, porque me enseñan con su alegría y su ternura que todo esfuerzo vale la pena.

Gracias por ser mi hogar, mi fuerza y mi mayor motivación.

Con todo el amor y gratitud del mundo, dedico esta tesis a mi esposa y a mi hijo, quienes son el corazón de mi vida. Gracias por su paciencia en mis ausencias, por sus abrazos en los días difíciles y por ser la razón por la que nunca dejé de intentarlo. Gracias por enseñarme cada día que el verdadero éxito está en el amor que se comparte y en los sueños que se construyen juntos. Este logro no es solo mío, es de todos.



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, gracias a Dios por permitirme iniciar este camino de aprendizaje y superación. Gracias por hacerme fuerte, paciente, sabio y ayudarme a superar cualquier obstáculo y siempre llevarme por el camino correcto. Mi fe en Él me ha sostenido en todo este proceso.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi esposa, por su amor, apoyo incondicional y comprensión durante todo el proceso de elaboración de esta tesis.

A mi familia, amigos, compañeros, gracias por siempre estar apoyándome emocional y prácticamente. Todos ustedes me han inspirado con sus palabras, su apoyo o su presencia. Sin él, esto no habría sido posible.



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.....	12
1.2 Planteamiento del problema.....	13
1.2.1 Problema general.....	13
1.2.2 Problemas específicos.....	14
1.3 Objetivos de la investigación.....	14
1.3.1 Objetivo general.....	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
1.4 Justificación de la investigación.....	14
1.4.1 Justificación técnica.....	14
1.4.2 Justificación económica.....	15
1.4.3 Justificación social.....	15
1.4.4 Justificación ambiental.....	16
1.5 Hipótesis de la investigación.....	16
1.5.1 Hipótesis general.....	16
1.5.2 Hipótesis específicas.....	16
1.6 Variables.....	17
1.6.1 Variable independiente.....	17
1.6.2 Variable dependiente.....	17



1.7	Operacionalización de variables.....	18
-----	--------------------------------------	----

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	19
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	19
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	22
2.1.3	Antecedentes locales.....	24
2.2	Bases teóricas	26
2.2.1	Adición de cenizas de tallo de cebada en proporciones controladas en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico.....	26
2.2.2	El concreto hidráulico	27
2.2.2.1	Aplicaciones del concreto hidráulico	27
2.2.2.2	Las ventajas del concreto hidráulico	30
2.2.2.3	Los componentes de los concretos hidráulicos	31
2.2.3	Las propiedades físicas del concreto hidráulico.....	34
2.2.4	Las propiedades mecánicas del concreto hidráulico	35
2.2.5	Diseño del concreto hidráulico según la metodología ACI	37
2.2.6	Ceniza de tallo de cebada como material alternativo	40
2.2.6.1	Propiedades del tallo de cebada	41
2.2.6.2	Composición química de la ceniza de tallo de cebada	42
2.3	Marco conceptual.....	43
2.3.1.	Concreto hidráulico	43
2.3.2.	Cenizas de tallo de cebada	43
2.3.3.	Materiales alternativos	44
2.3.4.	Propiedades mecánicas	44
2.3.5.	Optimización de proporciones de ceniza en el concreto.....	44

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de la investigación	45
3.2	Tipo de investigación	46



3.3	Nivel de investigación	46
3.4	Diseño de la investigación.....	47
3.5	Método de la investigación.....	48
3.6	Población y muestra de la investigación.....	48
3.6.1	Población.....	48
3.6.2	Muestra	49
3.7	Técnicas e instrumentos	50
3.7.1	Técnicas	50
3.7.2	Instrumentos.....	51
3.8	Validación y confiabilidad del instrumento	52
3.8.1	Validación	52
3.8.2	Confiabilidad.....	52
3.9	Plan de recolección de datos	53
3.9.1	Ensayos realizados en laboratorio	54
3.9.2	Análisis e interpretación de los resultados	56

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados obtenidos.....	58
4.1.1	Influencia de la ceniza de tallo de cebada sobre la trabajabilidad del concreto 60	
4.1.2	Influencia de la ceniza de tallo de cebada sobre la resistencia a compresión	61
4.1.3	Influencia de la ceniza de tallo de cebada sobre la resistencia a flexión	67
4.2	Discusión de Resultados.....	73
CONCLUSIONES.....		76
RECOMENDACIONES.....		78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		79
ANEXOS		83



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables	18
Tabla 2	Cantidades de muestra para cada ensayo.....	49
Tabla 3	Proporción de materiales para concretos hidráulicos de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	55
Tabla 4	Proporción de materiales para concretos hidráulicos de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	58
Tabla 5	Dosificación de las cenizas estudiadas hacia 1m^3	59
Tabla 6	Dosificación de cenizas para 1 bolsa de cemento	59
Tabla 7	Comportamiento del asentamiento en las diversas mezclas con CTCE.....	60
Tabla 8	Resistencias a la compresión en grupos de experimentación a los 7 días	61
Tabla 9	Resistencias a la compresión en grupos de experimentación a los 14 días	62
Tabla 10	Resistencias a la compresión en grupos de experimentación a los 28 días	63
Tabla 11	Resumen de resistencias a la compresión de grupos de experimentación	64
Tabla 12	Resistencias a la flexión en grupos de experimentación a los 7 días	67
Tabla 13	Resistencias a la flexión en grupos de experimentación a los 14 días	68
Tabla 14	Resistencias a la flexión en grupos de experimentación a los 28 días	69
Tabla 15	Resumen de resistencias a la flexión de grupos de experimentación	70
Tabla 16	Discusión y/o comparación de resultados	74



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Competentes de la cebada	40
Figura 2 Cenizas de tallo de cebada	53
Figura 3 Comportamiento del asentamiento en las diversas mezclas con CTCE	60
Figura 4 Comportamiento resistencias a la compresión a los 7 días	64
Figura 5 Comportamiento resistencias a la compresión a los 14 días	65
Figura 6 Comportamiento resistencias a la compresión a los 28 días	65
Figura 7 Comparación general del módulo de elasticidad a diferentes edades de curado	66
Figura 8 Comportamiento resistencias a la flexión a los 7 días	70
Figura 9 Comportamiento resistencias a la flexión a los 14 días	71
Figura 10 Comportamiento resistencias a la flexión a los 28 días	71
Figura 11 Comparación general del módulo de rotura a diferentes edades de curado ...	72



RESUMEN

La investigación titulada "Incidencia de la adición de cenizas de tallo de cebada en proporciones controladas en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Puno", tuvo como objetivo evaluar como incide la aplicación de cenizas de tallo de cebada en las propiedades de orden mecánico de concretos hidráulicos. La metodología se rige bajo un enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño experimental, con aplicaciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cenizas de tallo de cebada. Los resultados mostraron que la adición de cenizas en proporciones variables influye directamente en la trabajabilidad del concreto, ya que disminuye progresivamente el asentamiento (slump) desde 3.97 pulgadas en el concreto base hasta 3.37 pulgadas en la mezcla con 8% de ceniza, lo que indica una menor fluidez del concreto al incrementar la cantidad de material; en el módulo de elasticidad, el grupo de control alcanzó 212.79 kg/cm², mientras que el grupo experimental de 4% de ceniza alcanzó un módulo mayor con 221.79 kg/cm², asimismo, con la adición de 2% (216.79 kg/cm²) y 6% (219.63 kg/cm²) se supera la resistencia base, por el contrario, con la aplicación de 8% de cenizas, el módulo de rotura reduce y llega hasta por debajo del diseño. Por otro lado, el módulo de rotura del grupo de control llegó a 33.10 kg/cm², sin embargo, el concreto con 4% de cenizas alcanzó un máximo de 39.16 kg/cm², asimismo, con la aplicación de 2% (35.78 kg/cm²) y 6% (35.89 kg/cm²) que superan el módulo de control, por el contrario, con la aplicación de 8% de cenizas, el módulo de rotura reduce y llega hasta por debajo del diseño. El estudio concluye que, la aplicación de ceniza de tallos de cebada mejora los módulos mecánicos de los concretos, siendo el 4% de ceniza la cantidad más eficiente de aplicación a fin de optimizar las resistencias sin afectar excesivamente la trabajabilidad.

Palabras Clave: Cenizas de tallo de cebada, concreto hidráulico, propiedades mecánicas.



ABSTRACT

The research project, titled "Impact of the Addition of Barley Stem Ash in Controlled Proportions on the Mechanical Properties of Hydraulic Concrete in the City of Puno," aimed to evaluate the effects of applying barley stem ash on the mechanical properties of hydraulic concrete. The methodology employed a quantitative approach, an explanatory level, and an experimental design, with applications of 2%, 4%, 6%, and 8% barley stem ash. The results showed that the addition of ash in varying proportions directly influences the workability of the concrete, progressively decreasing the slump from 3.97 inches in the base concrete to 3.37 inches in the mix with 8% ash. This indicates reduced concrete fluidity as the amount of ash increases. In the modulus of elasticity, the control group reached 212.79 kg/cm², while the experimental group with 4% ash reached a higher modulus with 221.79 kg/cm². Likewise, with the addition of 2% (216.79 kg/cm²) and 6% (219.63 kg/cm²) the base resistance is exceeded, on the contrary, with the application of 8% ash, the modulus of rupture is reduced and falls below the design. On the other hand, the modulus of rupture of the control group reached 33.10 kg/cm², while the concrete with 4% ash reached a maximum of 39.16 kg/cm². Furthermore, the application of 2% (35.78 kg/cm²) and 6% (35.89 kg/cm²) exceeded the control modulus. Conversely, with the application of 8% ash, the modulus of rupture decreased, falling below the design value. The study concludes that the application of barley stalk ash improves the mechanical moduli of concrete, with 4% ash being the most efficient application rate to optimize strength without excessively affecting workability.

Keywords: Barley stalk ash, hydraulic concrete, mechanical properties.



INTRODUCCIÓN

El concreto hidráulico ha sido una de las composiciones más utilizadas en campos de construcciones durante siglos por su resistencia y versatilidad. Pero la construcción tiene grandes desafíos de sostenibilidad, por la contaminación que generan los materiales utilizados (en especial el cemento, de alta contaminación en su producción). En este sentido, la utilización de residuos agroindustriales, tales como las cenizas de tallos de cebadas, se ha propuesto como una alternativa para modificar las propiedades del concreto en aras de mejorarlo y disminuir su impacto ambiental.

La investigación aborda la influencia de la utilización de ceniza de tallos de cebada en porcentajes controlados sobre las propiedades de orden mecánico de concretos como el hidráulico en la ciudad de Puno. Esta zona agrícola produce una gran cantidad de residuos de cebada que se podrían utilizar para crear materiales de construcción más sostenibles. Al mezclarlos en la mezcla se busca el mejoramiento de propiedades y ayudar a resolver el problema de manejo de desechos agrícolas, dando una solución para la construcción y ayudando al medio ambiente.

A través de esta investigación se analizará la reacción del concreto con diferentes concentraciones de cenizas de tallo de cebada para encontrar la mejor mezcla y mejorar sus propiedades mecánicas. Dicho análisis se lleva a cabo en condiciones controladas y se estudia las cualidades del concreto en la ciudad de Puno, para así poder dar recomendaciones aplicables a la realidad local.

El objetivo es proponer alternativas aplicables en las industrias de construcciones en Puno y posiblemente en distintas locaciones con similares características. La adición de cenizas de tallos de cebadas podría ser un paso hacia un futuro más sostenible, utilizando recursos locales y disminuyendo el impacto ambiental que supone el uso de materiales de construcción convencionales.



Esta nueva forma no solo ayuda a una correcta manipulación de los residuos agrícolas, sino que también es una manera de mejorar la calidad del concreto, haciéndolo más resistente y duradero. La investigación busca proporcionar evidencia científica para el uso de materiales alternativos en la construcción y así promover prácticas más sostenibles y económicas en la industria de la construcción local y regional.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

En el entorno global la construcción es una de las industrias con mayor impacto ambiental, por la gran demanda de materiales convencionales (en especial el cemento), causante de la emisión de (CO₂). De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (AIE), las fabricaciones de cemento es la causa primordial con aproximadamente el 8% de la emisión mundial de CO₂, lo que convierte a esta industria en una de las más contaminantes del planeta. Pero, además, la creciente urbanización y la construcción masiva no hacen más que agravar el problema, por lo que es imprescindible encontrar alternativas más sostenibles que disminuyan la huella de carbono del sector. Las investigaciones de materiales alternativos, tales como los residuos agroindustriales para la elaboración de concreto, son una de las mejores alternativas para disminuir los impactos ambientales (Pretel, 2023).

A nivel nacional, el Perú se enfrenta a la misma situación con el reto de transformar las industrias de las construcciones en algo más sostenible. En específico, la fabricación de cemento en el país ha aumentado en años recientes debido al desarrollo de proyectos inmobiliarios y de infraestructura. Pero la falta de conocimiento y tecnologías novedosas para reemplazar o alterar materiales convencionales de construcción como el cemento

restringe las posibilidades de una construcción más verde. Pese a los esfuerzos de gobiernos descentralizados por promover el uso de materiales alternativos como parte de la política nacional de reducción de emisiones, el Perú continúa dependiendo del cemento tradicional sin explotar el potencial de materiales locales que permitirían un desarrollo sostenible (Zapata, 2025).

En el entorno regional, en Puno, la realidad es más alarmante, ya que es un departamento agrícola que genera gran cantidad de residuos orgánicos (cenizas de tallo de cebada), las cuales no son aprovechadas. Estos desechos, producto de las actividades agrícolas de la zona, son arrojados sin ningún control, generando contaminación. Aunado a ello, la construcción en Puno ha ido en aumento y se requiere de concreto para obras de infraestructura, pero el concreto que se utiliza no es de buena calidad por el uso de materiales convencionales que son efectivos, pero costosos en términos económicos y ambientales. Por lo cual es necesario buscar alternativas que utilicen los residuos agroindustriales (ceniza de tallos de cebadas) para optimizar las cualidades de orden mecánico de los concretos y disminuir impactos ambientales y económicos que generan el concreto convencional en la zona.

En tal contexto, el estudio de la influencia de aplicación de ceniza de tallos de cebadas sobre las cualidades de orden mecánico de los concretos hidráulicos en la ciudad de Puno es una alternativa innovadora y sostenible que podría optimizar las características del concreto y ayudar a resolver el problema de la disposición de residuos agrícolas, creando así un tipo más eficiente y amigable de construcción hacia los medios ambientales.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo incide la adición de cenizas de tallo de cebada en proporciones controladas en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Puno?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿De qué manera influye la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la trabajabilidad del concreto hidráulico?
2. ¿De qué manera influye la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la resistencia a compresión del concreto hidráulico?
3. ¿De qué manera influye la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la resistencia a flexión del concreto hidráulico?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la incidencia de la adición de cenizas de tallo de cebada en proporciones controladas en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Puno.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Analizar la influencia de la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la trabajabilidad del concreto hidráulico.
2. Analizar la influencia de la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la resistencia a compresión del concreto hidráulico.
3. Analizar la influencia de la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la resistencia a flexión del concreto hidráulico.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

Las cenizas de tallo de cebada en la elaboración de concretos hidráulicos pueden ser una alternativa para optimizar las cualidades de orden mecánico del concretos. La aplicación de ceniza de tallos de cebadas en ciertas proporciones puede mejorar las

resistencias y las durabilidades de concretos, el cual permite construir infraestructuras más fuertes y duraderas. La investigación técnica de este estudio podrá determinar exactamente cómo la incorporación de este desecho agrícola altera el comportamiento del concreto en condiciones controladas. Los resultados no solo justificarán la utilización de cenizas de cebada en la edificación, sino que podrán ser replicables en otras zonas con características similares, fomentando el uso de materiales alternativos con mejores propiedades en sustitución de los materiales convencionales.

1.4.2 Justificación económica

En lo económico, el empleo de cenizas de tallo de cebada como parte del concreto hidráulico puede generar grandes ahorros a la industria de la construcción, sobre todo en lugares como Puno, donde los materiales convencionales son costosos. Al utilizar residuos agrícolas de la zona, se disminuye la dependencia de materiales importados o costosos, abaratando la producción del concreto y promoviendo la economía circular en la región. Además, la aplicación de este subproducto agrícola podría representar una nueva fuente de ingresos para los agricultores locales, que podrían vender sus desechos para la construcción. Esta acción ayudaría a desarrollar un mercado más diversificado y sostenible, apoyando el desarrollo económico local y regional.

1.4.3 Justificación social

La aplicación de esta investigación está altamente justificada socialmente porque podría cambiar las condiciones de vida de las poblaciones locales de Puno. La utilización de desechos agrícolas no solo mejora la infraestructura, sino que también involucra a los agricultores en la creación de valor. Al incluir a los agricultores de cebada en la cadena de valor de la construcción, se promueve la participación local en actividades económicas sostenibles. Además, la aplicación de concreto más accesible y resistente podría desarrollar viviendas más seguras y duraderas para poblaciones vulnerables, sobre todo en zonas rurales con escasez de materiales de construcción. Este tipo de intervención

pretende favorecer a la población local, creando puestos de trabajo, mejorando las infraestructuras locales y así promover socialmente desarrollos más justos.

1.4.4 Justificación ambiental

La justificación ambiental de esta investigación se justifica porque el empleo de cenizas de los tallos de cebada en sustitución parcial de materiales convencionales en la elaboración de concreto puede disminuir los impactos ambientales de las industrias de construcciones. El cemento convencional es una de las fuentes de mayor emisión de gases, en especial de CO₂, causante del calentamiento global. Usando cenizas de restos agrícolas se reduce la cantidad de cemento y, por tanto, las emisiones que implica su producción. Además, la reutilización de desechos agrícolas como agregado en la elaboración de concreto apoya la gestión sostenible de los residuos, evitando su acumulación y reduciendo la contaminación. De este modo, esta investigación no solo contribuye a mejorar las características del concreto, sino también a promover prácticas más sostenibles en la construcción, en consonancia con las metas globales de reducción de emisiones y conservación de todo el recurso natural del ecosistema.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

La adición de cenizas de tallo de cebada en proporciones controladas incidirá de manera significativa en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Puno, mejorando ciertas características como la resistencia.

1.5.2 Hipótesis específicas

1. La adición de ceniza de tallo de cebada en porcentajes de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% mejorara la trabajabilidad del concreto hidráulico, incrementando su facilidad de mezcla y colocación, especialmente en los porcentajes más bajos.



2. La adición de ceniza de tallo de cebada en las proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% aumentara la resistencia a la compresión del concreto hidráulico, siendo más notable en los porcentajes intermedios (2% y 4%).
3. La adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% mejorara la resistencia a flexión del concreto hidráulico, con un incremento progresivo en las propiedades mecánicas a medida que se aumenta el porcentaje de ceniza.

1.6 Variables

1.6.1 *Variable independiente*

Cenizas de tallo de cebada

Indicadores:

- Porcentaje de ceniza añadido al concreto hidráulico en 2%, 4%, 6% y 8%

1.6.2 *Variable dependiente*

Propiedades mecánicas del concreto hidráulico

Dimensiones:

- Resistencias a compresión
- Resistencia a flexión



1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Valor final	Inst. de Medición	Tipo
V. Independiente: Cenizas de tallo de cebada	Las cenizas de tallo de cebada son un subproducto agrícola resultante de la quema o tratamiento térmico de los tallos de cebada, que son residuos generados principalmente en las cosechas de cebada.	Adición de cenizas de tallo de cebada	Porcentaje de ceniza añadido al concreto hidráulico en 2%, 4%, 6% y 8%.	2% - 8%	Balanza Calculadora	Numérica: Continua
V. Dependiente: Propiedades mecánicas del concreto hidráulico	Las propiedades son características del concreto relacionadas con su resistencia a diferentes etapas de curado	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión	Módulo de elasticidad Módulo de rotura	200 - 230 kg/cm ² 20 - 40 kg/cm ²	Prensa hidráulica Prensa hidráulica	Numérica: Continua Numérica: Continua



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según Oblitas et al. (2023) en su trabajo titulado "Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz como sustituto parcial del cemento utilizado en la fabricación de hormigón", el objetivo de esta investigación era realizar una revisión sistemática de la bibliografía sobre la influencia de la ceniza de cáscara de arroz (RHA) como sustituto parcial del cemento. Esta revisión utilizó cuarenta fuentes que fueron meticulosamente seleccionadas y recopiladas de bases de datos de prestigio. A continuación, estas fuentes se clasificaron según las características que se vieron influidas y los resultados que se obtuvieron. Estas cualidades incluían las proporciones de humedad en relación al cemento más la RFA, así como el comportamiento del hormigón cuando se aumentaba la proporción de RFA. Utilizando ceniza de cáscaras de arroz pulverizadas y una proporción de agua, cemento y RFA de 0,50, el examen de resistencias a tracción y compresión, indicó que la mejor cantidad de sustitución es 15%. Además, la investigación reveló que no deben utilizarse aditivos puzolánicos adicionales. En cuanto a la trabajabilidad del material, se observó que la sustitución del cemento se mantuvo dentro del rango del 5 % al 15 %. Esto se logró regulando la reducción del asentamiento mediante la utilización adecuada de



aditivos superplastificantes y la gradación adecuada de los áridos. El empleo de CCA como reemplazo parcial del cemento requiere, en general, la caracterización y preparación adecuadas de las muestras, el diseño adecuado de la mezcla y técnicas de ensayo de laboratorio que garanticen la fiabilidad y precisión de la interpretación de los resultados.

Según Ibarra y Ladino (2023) en su investigación denominada "Efecto en la resistencia a la compresión del concreto, por la adición de ceniza industrial de bagazo de caña de azúcar", se centraron en evaluar los comportamientos mecánicos del hormigón que había sido modificado parcialmente con cenizas. Concretamente, sustituyeron una parte del cemento del agregado fino por este material. El estudio se realizó con un hormigón que tenía una resistencia nominal de 2500 libras por pulgada cuadrada, sustituyendo entre el 5 y el 10 % del agregado fino (cemento) por cenizas. Después de las edades de inmersión, se analizaron y evaluaron las cualidades de orden mecánico como el módulo de elasticidad. Además, con la finalidad de aportar a la disminución de impactos medioambientales, se exploraron los efectos de la adición de cenizas a las mezclas de hormigón. Esto se hizo en base a las leyes actuales para describir las características de orden físico de los componentes del hormigón. Los resultados permitieron determinar la forma en que la aplicación de cenizas influye sobre las propiedades físicas del hormigón, lo que proporcionó un valioso conocimiento que puede utilizarse en el desarrollo de futuros proyectos. La resistencia que se logró al sustituir el 5 % del aglomerante por cenizas de bagazos de cañas de azúcar (CBCA) fue de 17,14 MPa después de 14 días, y alcanzó los 19,207 MPa después de 28 días. Los resultados de los experimentos son favorables desde el punto de vista financiero para los proyectos de construcción que utilizan hormigón convencional. Esto se debe a que, cuando se utilizan grandes cantidades de hormigón en infraestructuras, la sustitución del 5 % del cemento por cenizas supone un ahorro económico significativo sin comprometer las propiedades mecánicas del material.



Según Romero y Urueta (2021) en su investigación denominada " Análisis del efecto que produce el reemplazar un porcentaje de cemento en la matriz de concreto hidráulico por ceniza de cascarilla de arroz (cca)", el propósito del estudio era investigar el impacto que puede tener el reemplazo parcial de cementos por cenizas de cáscaras de arroz (RHA) en la matriz del hormigón hidráulico. Para ello, tuvo que realizarse pruebas detenidas de fuentes bibliográficas nacionales y locales con el fin de averiguar las formas en que las cenizas estudiadas influyen en el comportamiento del hormigón, teniendo en cuenta los factores mecánicos que intervienen. Cuando se incluye RFA en la matriz del hormigón, tiene un efecto beneficioso sobre el módulo de elasticidad del hormigón. En relación al grupo base, pudo observarse que el módulo de elasticidad del material había aumentado entre un 6 % y un 13 % después de 28 días. Este aumento continúa a medida que pasa el tiempo, alcanzando incrementos entre el 12% y el 19% a los 90 días. Comportamientos similares se evidencian en las pruebas de resistencias a tracción y flexión de concretos analizados. Este tratamiento incrementa la superficie específica de la CCA, lo que favorece una mayor activación de la sílice contenida en la ceniza y, a su vez, mejora su actividad puzolánica. La sustitución de cementos por CCA en la mezcla de concretos trae beneficios en términos de resistencia a la compresión, pero también puede afectar negativamente la manejabilidad del concreto, lo que podría generar problemas al momento de aplicarlo en obras. Sin embargo, este inconveniente puede resolverse mediante el uso de superplastificantes, que restauran el comportamiento ideal del concreto. La cantidad óptima de sustitución de cementos por CCA se encuentra entre el 10% y el 20%. Este rango varía según estudios previos, con algunos más cercanos al 10% y otros al 20%, dependiendo de la composición química del arroz utilizado. Por ello, se recomienda ejecutar estudios específicos para estimar el porcentaje más eficiente de CCA en función del tipo de arroz. El uso de porcentajes superiores o inferiores a estos límites puede resultar perjudicial para el concreto, por lo que es aconsejable evitar un uso excesivo de CCA para prevenir problemas futuros.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según Mejía (2021) en su investigación titulada "Evaluación del concreto adicionando ceniza de tallo y espiga de cebada para reducir el porcentaje de cemento", la finalidad principal del trabajo es analizar el impacto de añadir paja de cebada y cenizas de cáscara de cebada al hormigón para la reducción de la cantidad de cemento utilizada. A efectos del estudio descriptivo, se consideró la cantidad de 144 muestras. Estos especímenes se distribuyeron en 72 cilindros y 72 prismas, y se fabricaron con diversas cantidades de reemplazo de cementos, incluyendo 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%. La paja de cebada y la ceniza de espiga se sometieron a una investigación físico-química, que dio como resultado la clasificación de la sustancia como tipo F. En cuanto a los áridos, las arenas de canteras de Conchán y piedras trituradas de canteras de Cuyumalca cumplieron regularmente con los requisitos de la NTP 400.037. Ambas fuentes se encontraban en la misma región. Se determinó que debía crearse una proporción base para la combinación que produjera una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Seguidamente, esta proporción se ajustó en función de los porcentajes de sustitución con el fin de investigar las propiedades de la mezcla tanto en su fase fresca como en su fase endurecida. Se observó que tanto la trabajabilidad como el peso específico del hormigón disminuían a medida que aumentaba la cantidad de paja de cebada y cenizas de cáscara de cebada, tal y como demostraron los resultados. Se observó que una sustitución del 5 % de paja y cenizas daba como resultado el máximo módulo de elasticidad de $237,73 \text{ kg/cm}^2$ y rotura de $67,95 \text{ kg/cm}^2$ del material. En cuanto a los gastos, se calculó que el coste de los elementos para 1m^3 de concretos era de 270,75 soles, mientras que el coste del concretos con 5% de cenizas se estimó en 262,15 soles. A partir de esta información, parece que el hormigón convencional tiene una ventaja técnica y económica sobre el hormigón que contiene una sustitución de pajas y cenizas en una proporción del quince por ciento.

Según Pretel (2023) en su estudio denominado "Propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición del 3%, 5% y 7% de almidón de cebada, Cajamarca", el propósito principal es estimar las cualidades de orden físico y mecánico de concretos con una resistencia de $f'c=210$ kg/cm², al incorporar almidón de cebada en concentraciones del 3 %, 5 % y 7 %. La ruta cuantitativa, diseños experimentales y niveles explicativos son características de la técnica utilizada, que se correlaciona con la metodología de investigación empleada. En cuanto a los resultados, se descubrió que la incorporación de almidón de cebada en el hormigón en proporciones variables no daba lugar a una mejora sustancial de resistencias a compresión de concretos. El esfuerzo tardó 28 días en alcanzar los 108 122 kg/cm² cuando el contenido de almidón de cebada era del 3 %; cuando el contenido de almidón de cebada era del 5 %, la resistencia era de 116 118 kg/cm²; y cuando el contenido de almidón de cebada era del 7 %, la resistencia era de 97 344 kg/cm². Se determinó que estos valores no cumplían los requisitos para un aumento aceptable de la resistencia del hormigón.

Según Rodriguez y Montalvan (2021) en su estudio denominado "Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a compresión del concreto, San Martín - Perú 2021", el objetivo es desarrollar un hormigón que posea una mayor resistencia a la compresión, con la intención de utilizarlo con fines comerciales en la ciudad de Tarapoto. Se utilizó mezclas de partículas de cenizas de cáscaras de arroz obtenidas de molinos situados cerca de la localidad de Cacatachi y áridos procedentes del río Huallaga, situado en las afueras de la ciudad. Para validar la teoría, se formuló un hormigón con ceniza de cáscara de arroz como ingrediente y se realizaron los ensayos de laboratorio utilizando tubos de ensayo cilíndricos, de conformidad con las normas técnicas vigentes. Se realizó una limpieza y clasificación minuciosa de las partículas de ceniza antes de su incorporación al hormigón. Se fabricaron setenta tubos de ensayo de concretos de $f'c=210$ kg/cm². Seis de estos tubos de ensayo eran de hormigón simple (estándar), mientras que los sesenta y cuatro restantes incluían cenizas en diferentes cantidades (3 %, 5 %, 7 % y

9 %). A los siete y veintiocho días se realizaron análisis. En relación al grupo de control, que alcanzó un esfuerzo de 242,77 kg/cm² después de 28 días, los valores alcanzados mostraron que el esfuerzo a cargas axiales de concretos que contenía un 5 % de cenizas fue 214,25 kg/cm² a los 28 días. Esto indicaba que el hormigón estándar tenía un efecto peor que el hormigón comprimido. A los 28 días, el módulo de elasticidad de concretos con 7 % de cenizas alcanza 194,88 kg/cm², lo que también demostraba un impacto perjudicial comparándolos con el grupo de control. Finalmente, los resultados demostraron que existía una asociación positiva entre el módulo de elasticidad de concretos y el porcentaje de cenizas presente en la composición del mismo.

2.1.3 Antecedentes locales

Según Tintaya (2023) en su investigación titulada "Ceniza de Cebada en el Concreto F'c 210 kg/cm² de la Cantera Ramis, Huancané - Puno 2022", presenta una opción a fin del empleo de materiales de las regiones andinas altas, cultivados específicamente en la locación, con la intención de evaluar de qué manera la aplicación de cenizas influye en las propiedades de concretos. El estudio tiene la finalidad de analizar de que forma el empleo de cenizas afecta a las cualidades del hormigón. Se utilizan métodos de investigación cuantitativos y aplicados, y se emplea un diseño cuasi-experimental. La población que se investiga es el agregado que se extrae de canteras, así como el acopio de cenizas en la industria de la construcción como alternativa parcial al cemento. Mediante el uso de experimentos de laboratorio, como la prueba de asentamiento y la rotura de muestras de ensayo, el objetivo principal es determinar cómo el empleo de cenizas influye en el módulo de elasticidad de concretos base de $f'c = 210$ kg/cm², así como en su trabajabilidad y el coste de producción. El porcentaje de adición ideal se determinó mediante experimentos en barril, que se llevaron a cabo con porcentajes de aplicación de cenizas en 3 %, 5 % y 7 %, respectivamente. Cuando se añade ceniza de cebada al hormigón en una proporción del 5 % o superior, los resultados revelaron que las características físicas del hormigón se modifican, lo que da lugar a una reducción del



tiempo de curado del hormigón y a la reducción de su consistencia. Sin embargo, los estudios de laboratorio demostraron que la adición de cenizas en concentraciones del 3 % y el 5 % aumentaba el esfuerzo de concretos hasta un nivel superior al del hormigón ordinario. Además, se observó que el valor de asentamiento había disminuido de 2,7 pulgadas a 2,2 pulgadas tras ser monitorizado. En conclusión, el empleo de cenizas de cebada en las fases iniciales de construcciones es una opción práctica y prometedora para su uso en la industria.

Según Torres (2024) en su investigación titulada "Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional con ladrillo triturado y ceniza de cebada en la Ciudad de Juliaca", afirma que está buscando financiación a fin de ejecutar el desarrollo de informaciones creativas. El método empleado son enfoques cuantitativos, incluyendo aspectos de orden descriptivo y explicativo, así como diseños experimentales respaldado por metodologías científicas. Durante el transcurso de este proyecto de investigación, se examinaron las características de orden físico y mecánico del hormigón incluyendo ladrillos triturados y cenizas de cebada en concentraciones porcentuales de 3, y 6, y del 4 y 8 respectivamente. Según los resultados, la adición de ladrillos triturados en cantidades porcentuales de 3 y 6 proporcionó una disminución de la consistencia del hormigón, que alcanzó valores de 3,5 pulgadas y 3,5 pulgadas, respectivamente. Por otro lado, la utilización de cenizas en cantidades porcentuales de 4 y 8, proporcionó una trabajabilidad de 3,51 pulgadas, lo que se encontraba dentro de los límites definidos. El módulo de elasticidad del material mejoró debido a la utilización de ladrillos triturados y cenizas de cebadas en cantidades definidas en combinación entre sí. Cuando se añadió un 6% de ladrillos triturados a la muestra de hormigón estándar, el esfuerzo aumentó a 225,79 kg/cm², lo que era muy superior al valor anterior de 213,21 kg/cm² que presentaba la muestra sin aditivos. Además, la utilización de una mezcla compuesta por un 6% de ladrillos triturados y un 8% de cenizas de cebadas dio lugar a una mejora de la resistencia

a la flexión, lo que se tradujo en un esfuerzo medio de 28,81 kg/cm², significativamente superior al nivel de 27,41 kg/cm² del hormigón tradicional.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Adición de cenizas de tallo de cebada en proporciones controladas en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico*

La aplicación de cenizas de tallo de cebada en proporciones controladas en las cualidades de orden mecánico de concretos hidráulicos se refiere al estudio y aplicación de un subproducto agroindustrial las cenizas obtenidas tras la combustión del tallo de cebadas como material suplementario en las mezclas de concretos. Esta temática forma parte de las nuevas líneas de investigación en materiales sostenibles, donde se busca reemplazar parcialmente al cemento Portland con residuos de origen vegetal, con el fin de mejorar el desempeño del concreto y reducir el impacto ambiental de su producción.

Estas cenizas, al contener compuestos como sílice reactiva y óxidos minerales, pueden comportarse como una puzolana, reaccionando químicamente con la cal liberada en el proceso de hidratar el cemento. Estas reacciones contribuyen a la formación de productos cementantes extras, el cual puede influir en la resistencia, durabilidad y microestructura del concreto. La evaluación de sus efectos depende de la proporción incorporada, el grado de finura de la ceniza y las condiciones de curado (Holgado, 2022).

El análisis de esta adición se centra principalmente en cómo los materiales como la ceniza de tallo de las cebadas modifican las cualidades de orden mecánico clave, tal como el módulo de elasticidad, tracción indirecta y flexión, incluso por su efecto en la trabajabilidad, la porosidad y la durabilidad del concreto. En proporciones óptimas, estas cenizas pueden mejorar la compacidad de la matriz cementante, disminuir la permeabilidad y contribuir a una mayor resistencia mecánica a edades avanzadas. Sin embargo, dosificaciones excesivas pueden reducir la cohesión, incrementar los vacíos o retardar los tiempos de fraguado, afectando negativamente el desempeño estructural (Mejía, 2021).

2.2.2 El concreto hidráulico

Los concretos hidráulicos se entienden como un componente artificial destinado a construcciones muy utilizado debido a sus excelentes propiedades y por su gran adaptabilidad a cualquier uso. Este material se crea mezclando pasta y áridos minerales, que al unirse forman un material sólido.

El aglutinante de este concreto es la pasta, compuesta por cemento y agua. Cuando esta mezcla se endurece, el cemento reacciona químicamente con el agua y se pega a los agregados, formando así el concreto, una roca artificial. Esta reacción se produce porque el agua reacciona con el cemento y forma una masa dura (Guevara, 2024).

El concreto hidráulico es de gran importancia en la construcción por sus grandes propiedades. Es más conocido por su resistencia a los 28 días, el tiempo estándar a emplearse a fin de la medición de la capacidad de concretos hidráulicos para soportar cargas pesadas sin romperse ni deformarse. Esta característica lo transforma en un material perfecto para estructuras que necesitan mucha resistencia, tales como edificios, puentes, carreteras, etc., expuestas a fuerzas de compresión permanentes (Narváez et al., 2025).

El concreto hidráulico es una mezcla de tres ingredientes: un aglutinante (cemento), agregados (materiales de relleno que dan volumen) y agua, la cual activa la reacción química que permite que el cemento se endurezca. Esta mezcla, inicialmente líquida, se transforma en una masa sólida y resistente al secarse, convirtiéndose en un material resistente y muy utilizado en la construcción actual (Narváez et al., 2025).

2.2.2.1 Aplicaciones del concreto hidráulico

Los concretos hidráulicos son un componente esencial y versátil en la construcción. Este material se caracteriza por soportar altos esfuerzos de compresión y flexión, por lo que es adecuado para ciertos ambientes que soporten cargas altas. Un ejemplo de ello es su aplicación en la elaboración de pavimentos, los cuales tienen que resistir las fuerzas extremas de vehículos, tales como tráileres de carga pesada que transitan por carreteras

y vialidades. Estos vehículos ejercen altas cargas sobre el pavimento y el concreto hidráulico puede soportarlas y distribuirlas sin causar daños a las estructuras viales (Jara, 2024).

En la ingeniería civil se usa para muchas cosas, cada una ajustada a las necesidades del proyecto. En las obras hidráulicas se emplea con total idoneidad en la construcción de estructuras expuestas al agua y al medio ambiente, tales como canales de riego, presas, drenajes, etc. En tales situaciones, el concreto hidráulico no solo es resistente al agua, sino que también es estable bajo las fuerzas del agua que soportan o desvían, asegurando la seguridad y la longevidad de la estructura (Moscote & Torregroza, 2024).

Es un material fundamental en la construcción actual, utilizado para múltiples propósitos en la ingeniería civil por sus grandes propiedades, como su resistencia y durabilidad. Estas propiedades lo hacen perfecto para cualquier tipo de demanda en la construcción. Estas son algunas de sus principales aplicaciones:

1. **Construcción de pavimentos:** Una de las principales aplicaciones del concreto hidráulico es en la elaboración de pavimentos, sobre todo en vías de acceso que demandan alta resistencia a compresión y flexión. Este material es ideal para resistir las cargas vehiculares, tales como los tráileres de carga, que transitan por carreteras y autopistas. Las altas exigencias de estos vehículos y las condiciones climáticas adversas necesitan de un material muy resistente, y el concreto hidráulico es perfecto para asegurar la estabilidad de estas estructuras viales. Además, su resistencia hace que el pavimento sea más resistente al desgaste vehicular, el cual disminuye el costo de mantenimientos y extiende la vida útil de las carreteras (Serpas & Aguirre, 2025).
2. **Obras hidráulicas:** En las obras hidráulicas, el concreto hidráulico es esencial para construir estructuras de control de agua. Su aplicación en la construcción de canales de riego, represas, sistemas de drenaje y otras estructuras hidráulicas es esencial por su resistencia al agua y a las condiciones ambientales extremas. Por ejemplo, las represas, que tienen que soportar grandes cantidades de agua y presión,

necesitan un material que no se deteriore en condiciones extremas. El concreto hidráulico, por su resistencia, es ideal para tales obras, pues no solo resiste la presión del agua, sino también las condiciones de humedad y corrosión que deterioran otros materiales (Serpas & Aguirre, 2025).

3. **Obras viales:** En la construcción vial, los concretos hidráulicos son materiales de elección debido a su esfuerzo ante cargas repetitivas de tráfico. Este material se usa para pavimentar partes estructurales de las vías, como autopistas, carreteras, puentes y túneles. La durabilidad del concreto hidráulico ante altas tensiones de tránsito pesado y condiciones climáticas extremas lo hacen perfecto para estos proyectos. Además, su resistencia al desgaste por fricción y exposición continua a condiciones climáticas extremas, como altas temperaturas o lluvias extremas, lo hace más perdurable y económico en el tiempo. En específico, los puentes y túneles, que están sometidos a altos niveles de tensión y movimiento, necesitan de un material muy resistente, y el concreto hidráulico es ideal para ello (Serpas & Aguirre, 2025).
4. **Edificaciones:** En la construcción de edificios se usa el concreto hidráulico para las partes estructurales más importantes, como cimentaciones, muros, losas y escaleras. La cimentación es la base de toda estructura y necesita de un material altamente resistente y estable. El concreto hidráulico garantiza que las estructuras sean sólidas y puedan soportar el peso de los pisos superiores y las fuerzas externas, como vientos fuertes o temblores. También los muros y las losas, que son parte fundamental de toda construcción, deben ser altamente resistentes a cargas y presiones, y el concreto hidráulico lo logra. En las escaleras, por donde transitan personas, este material otorga la estabilidad para que siempre estén seguras. Su habilidad para preservar la estructura en el tiempo, incluso en condiciones desfavorables, lo transforma en una alternativa confiable para edificar casas, edificios comerciales, oficinas, etc (Serpas & Aguirre, 2025).

Los concretos hidráulicos son materiales sumamente versátil empleados para todo tipo de aplicaciones en ingeniería civil. Desde pisos industriales sometidos a cargas extremas hasta estructuras hidráulicas expuestas al agua, caminos y edificios que exigen estabilidad y durabilidad, el concreto hidráulico es la solución confiable y económica. Su versatilidad lo hace uno de los elementos más importantes en la construcción moderna (Zapata, 2025).

2.2.2.2 Las ventajas del concreto hidráulico

El concreto hidráulico es ampliamente reconocido por sus múltiples usos y por ser indispensable en la construcción, pero también por las ventajas que tiene sobre otros materiales de construcción. A continuación, te mencionamos algunas de las principales ventajas por las cuales el concreto hidráulico es tan utilizado en diferentes proyectos:

1. **Alta resistencia y durabilidad:** Una de las mayores cualidades del concreto hidráulico es que puede conservar su integridad estructural y rigidez bajo cargas elevadas. A través del tiempo puede soportar altas presiones y fuerzas sin deformarse, lo que lo convierte en un material muy resistente. Esta resistencia incluye también la climática, es decir, los cambios extremos de temperatura o la exposición permanente a agentes externos que en otros materiales provocarían su deterioro. De este modo, el concreto hidráulico se sostiene en el tiempo y, por ende, es una inversión más rentable a largo plazo (Tapia, 2025).
2. **Bajo mantenimiento:** A diferencia de otros materiales de construcción, el concreto hidráulico necesita poco mantenimiento. Su resistencia a la abrasión, a las tensiones y al desgaste por tráfico o condiciones climáticas extremas hace que, una vez colocado y endurecido, permanezca en servicio sin necesidad de reparaciones constantes. Esto lo convierte en una opción perfecta para grandes proyectos como pavimentos, carreteras, estructuras viales, donde los costes de mantenimiento se pueden disparar. Al necesitar menos reparaciones y tener una estructura en buen estado por más tiempo, el concreto hidráulico es más económico a la larga (Tapia, 2025).

3. **Resistencia a la intemperie:** Otra de las grandes ventajas de concretos hidráulicos es su gran resistencia a la intemperie. Puede resistir temperaturas extremas sin dañarse, por lo que es perfecto para climas extremos. Además, su durabilidad en condiciones de exposición permanente al agua, bien sea por lluvia o por inmersión en obras hidráulicas, lo transforma en un material confiable para múltiples usos. No se deteriora y no pierde sus características estructurales, incluso en condiciones permanentes de inmersión en agua o en condiciones extremas de meteorización (tormentas, hielo, calor) (Tapia, 2025).
4. **Versatilidad:** Los concretos hidráulicos son versátiles, ya que se puede modificar al agregarle diversos aditivos que mejoran o adaptan sus características a las necesidades de cada obra. Por ejemplo, se le pueden añadir aditivos para hacerlo más resistente a la congelación y descongelación, para aumentar su resistencia a la compresión o para hacerlo más maleable, en función de la edificación. Esta maleabilidad lo hace apropiado para diversos usos, desde la elaboración de pavimentos y carreteras hasta obras hidráulicas y estructuras de edificación, con la garantía de que el concreto satisfará las necesidades más particulares de cada obra (Tapia, 2025).

El concreto hidráulico es altamente resistente y duradero; por eso no se deteriora con el tiempo. Además, su mínimo mantenimiento, resistencia a la intemperie y adaptabilidad lo hacen mucho más conveniente que otros materiales. Estas características convierten al concreto hidráulico en un material indispensable en cualquier tipo de construcción que requiera seguridad, durabilidad y economía por muchos años (Sánchez et al., 2025).

2.2.2.3 Los componentes de los concretos hidráulicos

Los concretos hidráulicos son estructuras conformadas por mezclas de varios componentes que, al combinarse, le otorgan su resistencia, durabilidad y versatilidad. Cada uno de ellos tiene una función esencial en la estructura y en las características finales

del concreto. Acto seguido, se hace la descripción de los componentes principales de concretos hidráulicos y su función en la mezcla:

1. **Cemento Portland:** El cemento Portland es el ligante del hormigón hidráulico. Este material reacciona químicamente con el agua, endureciéndose y formando una estructura sólida. Esta reacción, llamada hidratación, es la que hace que el concreto se endurezca y se vuelva resistente para soportar cargas pesadas. El cemento Portland es el cimiento de la resistencia del concreto y de su calidad, para que sea lo suficientemente resistente para el propósito que se va a utilizar (Chuquilin, 2024).

Es un material constructivo esencial, formado por cemento clinker combinándolo con una cantidad mínima de yeso a fin de regularizar los tiempos de fraguados. Los cementos Portland es el agente ligante del concreto; une en una masa sólida los agregados finos (arena), gruesos (grava) y el agua al hidratarse. En el concreto hidráulico el cemento Portland es indispensable, ya que tiene la propiedad de endurecerse y desarrollar resistencia con el tiempo bajo la humedad, haciéndolo un componente resistente y duradero. Las reacciones químicas producidas por la combinación de cementos con líquido se llama hidratación y genera productos como hidróxido de calcio y silicato de calcio hidratado, que son los que le dan resistencia al concreto (Falcon, 2022).

2. **Agua:** El agua es un ingrediente del concreto hidráulico; es indispensable para hidratar el cemento y transformarlo en un material sólido. Además de participar en la reacción química de endurecimiento, el agua proporciona trabajabilidad a la mezcla, haciéndola fácil de manipular y verter en los moldes o formas deseadas. El agua de la mezcla debe ser potable y limpia, ya que cualquier impureza puede alterar la reacción del cemento y, por lo tanto, las características finales del concreto (Ortiz et al., 2021).
3. **Agregados finos (arena):** Los finos (arena), que rellenan los huecos entre los gruesos, son vitales en la mezcla. Estos trocitos de material no solo contribuyen a la cohesión de la mezcla, sino que también refuerzan la resistencia final del concreto. La arena debe estar limpia, libre de cualquier material extraño o contaminante, ya que éste

podría afectar la calidad del concreto. Además, la forma y el tamaño de las arenas influyen en la trabajabilidad y los esfuerzos de los concretos endurecidos (Ortiz et al., 2021).

4. **Agregados gruesos (grava):** Los gruesos (grava, piedras más grandes...) son los que más volumen aportan al hormigón. Estos materiales son determinantes para darle resistencia estructural; son los que realmente aportan carga al concreto. Además, los áridos gruesos contribuyen a la estabilidad y durabilidad del concreto endurecido. Según el tipo de obra, el tamaño y la gradación de los agregados gruesos pueden variar, pero siempre se deben elegir de manera que la mezcla resultante posea las características deseadas (Ortiz et al., 2021).
5. **Aditivos:** estos materiales son componentes de origen químico que se adicionan a las mezclas de concretos para alterar o mejorar sus características. Según lo que requiera el proyecto, los aditivos pueden mejorar la trabajabilidad del concreto, hacerlo más durable, resistente a climas agresivos o acelerar su tiempo de fraguado para proyectos donde se necesita velocidad de construcción. Algunos aditivos también hacen más impermeable el concreto, lo cual es benéfico en estructuras hidráulicas o expuestas a humedad. La elección de los aditivos apropiados queda en función de las particularidades de la condición de la obra y de las propiedades que se quieran mejorar en el concreto (Ortiz et al., 2021).

El concreto hidráulico es la mezcla de estos materiales, donde cada uno aporta una característica para el producto final. El cemento Portland es el componente aglutinante, el agua es esencial para la hidratación y trabajabilidad, los agregados finos y gruesos aportan volumen y estabilidad, y los aditivos modifican y mejoran las propiedades del concreto. La elección y dosificación adecuadas de estos materiales dan como resultado un concreto de alta calidad y apropiado para las exigencias de cada obra (Camargo, 2024).

2.2.3 *Las propiedades físicas del concreto hidráulico*

Los concretos hidráulicos son materiales largamente usado en ámbito del sector de construcción por sus propiedades físicas que lo hacen muy eficiente para diversos usos. Estas características son determinantes para asegurar que el concreto se desempeñe como se espera en el proceso de fabricación y colocación. A continuación, se mencionan ciertas cualidades de orden físico de mayor relevancia para los concretos hidráulicos:

1. **Trabajabilidad:** La trabajabilidad de concretos se refiere a lo fácil que es manipularlo cuando está fresco (antes de que se endurezca). Esto abarca su facilidad para mezclarse, colocarse y compactarse. Buena trabajabilidad: es importante para poder manipular y extender el concreto en las obras. Según la cantidad de agua y los áridos empleados, la trabajabilidad puede oscilar, pero siempre se busca el punto justo para que el hormigón fluya en los moldes y se compacte sin esfuerzo excesivo y sin perder resistencia final. El concreto bien trabajable es más fácil de manipular y colocar en las estructuras, mejorando la calidad en el acabado de las superficies (Cauto, 2025).
2. **Consistencia:** La consistencia del concreto es la medida de su humedad y dependen de las cantidades de agua que se haya agregado al concreto al momento de su preparación. Esto es importante porque define la trabajabilidad de las mezclas, por extensión, su simpleza de manipulación y colocaciones. Las trabajabilidades influyen en la facilidad con la que el concreto puede fluir y es determinante en obras donde se necesita precisión en cohesión y resistencia. Si la mezcla lleva demasiada agua, se volverá demasiado líquida y perderá resistencia; si lleva muy poca, se secará demasiado rápido y será difícil de trabajar. La proporción correcta de agua a los otros ingredientes es esencial a fin de la producción de concretos de buenas consistencias, trabajable y de resistencias deseada (Jijón et al., 2024).
3. **Exudación:** La exudación se produce cuando parte del agua de las mezclas de concretos se eleva a las superficies del material, separándose de los sólidos en el interior de la masa. Este fenómeno, llamado exudación, es un tipo de sedimentación, donde los sólidos se precipitan en la masa plástica del concreto y el agua asciende a

la superficie. La exudación es perjudicial porque, si no se controla, debilita la superficie del concreto, deteriorando su calidad. Esta acumulación de agua en la superficie puede hacer que el concreto no se adhiera adecuadamente, lo que puede generar grietas o una menor resistencia a largo plazo. Para evitar la exudación, se debe controlar la relación agua/cemento y emplear métodos de compactación apropiados para garantizar que no quede agua libre en la superficie (Pretel, 2023).

Las características de orden físico de concretos hidráulicos, tales como trabajabilidades, consistencia y exudación, son determinantes a fin de que el concreto se desempeñe adecuadamente durante su elaboración, colocación y endurecimiento. Estas características influyen en la facilidad de trabajabilidad de concretos y en la calidad y durabilidades de una estructura. Un buen control de estas características garantiza que el concreto sea trabajable y, sobre todo, durable en el tiempo (Aranda, 2023).

2.2.4 Las propiedades mecánicas del concreto hidráulico

Las características de orden mecánico de concretos hidráulicos influyen en su desempeño y durabilidad en estructuras de construcción. Estas características son determinantes para garantizar que el concreto satisfaga las exigencias de una obra y sea duradero ante las condiciones que enfrentará en su proceso de servicio. Seguidamente, se mencionan algunas de las propiedades mecánicas más relevantes del concreto hidráulico:

1. **Impermeabilidad:** La impermeabilidad es la capacidad del concreto para oponerse al paso del agua. Esto es fundamental en concretos expuestos permanentemente al agua, como estructuras hidráulicas, cimentaciones o pavimentos. Para hacerla mejor, hay que controlar la proporción de humedad que se utiliza en las mezclas, ya que la demasía de humedad genera poros o huecos en el interior del concreto una vez que se evapora, facilitando la reducción de la humedad por medio de la masa. Reducir la proporción de humedad en las mezclas hace menos porosa y más impermeable.

Además, la inclusión de aire en forma de burbujas muy pequeñas en el concreto también contribuye a hacerlo impermeable. Estas burbujas son como escuditos que disminuyen la porosidad del concreto. Un buen curado (mantener el concreto húmedo un tiempo después de colocado) también es esencial para que el concreto sea impermeable. Un buen curado facilita que los cementos se hidraten adecuadamente, sellando los poros y previniendo la filtración de agua (Aranda, 2023).

2. **Resistencia a compresión:** Esta cualidad es la más primordial de los concretos hidráulico, puesto que es la facultad del material para resistir cierta carga y fuerzas aplicadas antes de romperse. Esta característica esta expresada en unidades de fuerzas que los concretos pueden resistir antes del fallo. El concreto hidráulico se comporta muy bien en compresión, por lo que se utiliza en elementos estructurales como columnas, losas y cimentaciones. Mientras el cemento se hidrata, se forma una red de cristales que le dan mucha resistencia al concreto. Esta resistencia es determinante en todo tipo de edificación, ya que es lo que permite al hormigón soportar el peso de las estructuras que se apoyan en él y las cargas externas (tráfico en carreteras, cargas vivas en edificios, etc.). Para obtener alta resistencia a la compresión, se deben dosificar los materiales de la mezcla (en especial cemento y agua) (Huillca et al., 2024).
3. **Resistencia a flexión:** Si bien el concreto es mucho más resistente a la compresión, también debe resistir esfuerzos de flexión (fuerzas que intentan doblarlo o deformarlo sin romperse). La resistencia a flexión es especialmente relevante en estructuras como vigas, losas y elementos sometidos a esfuerzos de flexión por carga o fuerzas dinámicas. Si bien el concreto es débil a la tensión en comparación con la compresión, la presencia de acero (concreto reforzado) aumenta en gran medida su resistencia a la tensión. Pero incluso sin refuerzo, un concreto bien formulado y con la proporción correcta de agregados y agua puede resistir cierta flexión y funcionar bien en muchas aplicaciones (Huillca et al., 2024).

4. **Durabilidad:** Es la facultad del mismo a fin de soportar el tiempo y las condiciones agresivas a las que se expone durante su vida útil. Los agentes agresivos, ya sean de tipo mecánico, químico o físico, deterioran la vida útil del concreto. Los agentes mecánicos son fuerzas como el tráfico continuo o los movimientos sísmicos que causan desgaste o rotura. Los agentes químicos (ácidos, cloruros en el ambiente, etc.) corroen el concreto y acortan su vida útil. Por ejemplo, la intrusión de cloruros puede corroer los aceros de refuerzos en los concretos, debilitando la estructura. Los agentes físicos (temperaturas extremas, congelación y deshielo, etc.) también pueden causar daños (expansión y contracción del concreto). Para hacerla más durable se deben elegir buenos materiales, dosificar la mezcla y tener un buen curado. Adicionalmente, la protección de las estructuras de concreto con recubrimientos o tratamientos superficiales puede prevenir la acción de estos agentes destructivos y asegurar que el concreto conserve sus propiedades mecánicas y funcionales por mucho tiempo (Falcon, 2024).

Las cualidades de orden mecánico de los concretos hidráulicos, como impermeabilidad, resistencias a cargas axiales, flexotracción y durabilidad, siendo determinantes a fin de garantizar que el material satisfaga los requisitos de resistencia y durabilidad en las diferentes aplicaciones donde se destine. La capacidad de soportar el tiempo, las cargas y los agentes externos convierte al concreto en un material confiable y duradero en la construcción, siempre y cuando se controlen sus ingredientes y se sigan buenas prácticas en su elaboración y colocación (Falcon, 2024).

2.2.5 Diseño del concreto hidráulico según la metodología ACI

El método ACI, uno de los más populares para el diseño de mezclas de concreto hoy en día. Es un método reconocido en Estados Unidos y sigue siendo actualizado por el ACI para mantenerse al día con la tecnología y las nuevas exigencias de la industria de la construcción. Aclarando que, aunque se hable de "diseño de la mezcla", la mayoría de los métodos que se utilizan (método ACI, por ejemplo) tienen más que ver con una

"dosificación de la mezcla". Dosificación de la mezcla: se refiere a las proporciones y cantidades de los materiales para generar la mezcla de concreto (Fernandez & Ventocilla, 2024).

En el diseño de la mezcla, desde la dosificación hasta las pruebas de rendimiento, el método ACI busca optimizar la mezcla para producir el concreto que satisfaga las especificaciones requeridas de resistencia, durabilidad y trabajabilidad. Este proceso de diseño se lleva a cabo en una serie de pasos, en donde se definen las cantidades precisas de los materiales que integrarán la mezcla, para que el concreto resultante posea las características deseadas (Mallqui, 2022).

El procedimiento estándar de diseños de mezclas en relación al ACI se puede dividir en ocho pasos básicos que guían el proceso de dosificación de la mezcla. Seguidamente, se detallan de la siguiente manera:

1. **Elección de la resistencia a la compresión:** El primer paso es la definición del esfuerzo estándar al que se desea llegar para el periodo de servicio del mismo. Esto depende de las especificaciones del proyecto, ya que diferentes estructuras requieren diferentes niveles de resistencia.
2. **Elección del TMN:** El siguiente paso consiste en seleccionar el este parámetro, es decir, los materiales como la grava o las piedras que forman parte de la mezcla. Este tamaño afecta en la trabajabilidad de la mezcla y en la resistencia final del concreto. Un tamaño adecuado de los agregados puede facilitar el proceso de mezcla y asegurar una distribución uniforme de los componentes.
3. **Selección del agua de mezcla y espacios vacíos:** la proporción de humedad de agua utilizada en la mezcla es crucial, ya que debe ser suficiente para hidratar el cemento y activar la reacción química de endurecimiento, pero no en exceso, ya que demasiada agua puede debilitar el concreto. Además, se debe considerar las cantidades de aire atrapado, ya que los espacios pueden influir en las cualidades de orden mecánico de los concretos, especialmente en climas fríos.

4. **Determinación de la relación agua-cemento:** Este paso garantiza que el concreto sea lo suficientemente resistente. La cantidad de humedad a cemento en las mezclas determina la calidad del concreto. Una buena analogía cemento/agua es esencial para obtener resistencias deseadas sin sacrificar trabajabilidad o durabilidad.
5. **Determinación del contenido de cemento:** El siguiente paso es decidir cuánta cantidad de cemento será necesaria para lograr la resistencia deseada. El contenido de cemento cuenta con una relación directa hacia la proporción de humedad, ya que una mayor cantidad de cemento generalmente requiere una mayor cantidad de agua para la hidratación.
6. **Determinación del contenido de árido grueso:** Los áridos gruesos, como la grava o las piedras, proporcionan la estructura y volumen al concreto. En este paso se determina la cantidad necesaria de árido grueso para lograr resistencias y estabilidades del concreto, tomando en cuenta la caracterización de agregados disponibles y las especificaciones del proyecto.
7. **Determinación del contenido de agregado fino:** Los finos (arena) sirven para rellenar los huecos entre los áridos gruesos. El contenido de estos materiales debe estar proporcionado para que la mezcla tenga la consistencia y densidad correctas. Demasiado o muy poco fino en el agregado puede hacer el concreto poco trabajable o débil.
8. **Ajustes por humedad de los agregados:** Finalmente, es importante considerar la humedad de los agregados. La arena y la grava pueden estar húmedas en superficie, lo que alterará la cantidad de agua a agregar a la mezcla. Por lo cual, se deben realizar correcciones por la humedad contenida en los agregados, para que la mezcla final contenga la cantidad precisa de agua para obtener la resistencia deseada.

Este método, aunque técnico, garantiza la exactitud en la dosificación de los materiales y, por ende, el concreto final es el apropiado para las especificaciones del

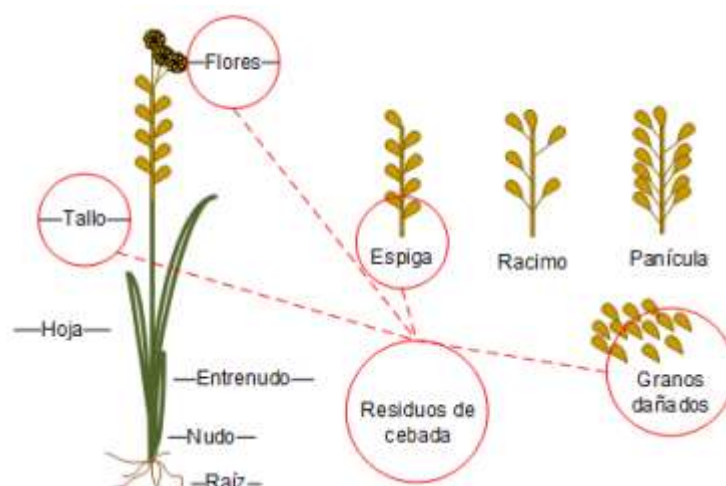
proyecto. El método ACI se usa mucho porque da una manera organizada y completa de mezclar el concreto y así obtener un material confiable y duradero para cualquier construcción (Mallqui, 2022).

2.2.6 Ceniza de tallo de cebada como material alternativo

En la búsqueda de componentes de finalidad sostenible y baratos hacia las construcciones y otras industrias, los materiales alternativos están tomando más relevancia. Entre ellos, las cenizas de tallo de cebada son una alternativa prometedora. Las cañas de cebada, que normalmente son un residuo agrícola que se desecha tras la cosecha, pueden ser una fuente de cenizas utilizables para la elaboración de materiales de construcción, entre otras aplicaciones industriales. Estas cenizas, tratadas adecuadamente, pueden llegar a presentar unas propiedades susceptibles de sustituir a materiales más convencionales en la formulación del hormigón y mejorarlo en sus características y en su impacto ambiental (Holgado, 2022).

Figura 1

Competentes de la cebada



Nota. Tomada de (Holgado, 2022).

Las cenizas de tallo de cebada, como otros residuos agrícolas, se están estudiando para sustituir materiales como el cemento o los áridos convencionales en el hormigón. Esta alternativa disminuye el impacto ambiental en la construcción, pero también es una forma

de aprovechar los desechos agrícolas y convertirlos en productos útiles para la industria. Mientras más se investiga este material, más se encuentran nuevas características que podrían mejorar las sostenibilidades en los sectores de las construcciones y otras industrias. (Mejia, 2021)

2.2.6.1 Propiedades del tallo de cebada

El tallo de cebada es una parte de la planta que, a menudo, no recibe la atención que merece en términos de aprovechamiento industrial. Sin embargo, este material posee varias propiedades interesantes que lo hacen apto para ser utilizado en la producción de cenizas. En primer lugar, los tallos de cebada son ricos en fibras vegetales que, cuando se queman a altas temperaturas, pueden generar cenizas con propiedades específicas, como la capacidad de actuar como un material puzolánico (Chavez, 2021).

Las fibras encontradas en el tallo de cebada, un material lignocelulósico, pueden llegar a aportar una buena cantidad de minerales al ser incineradas. Al quemarse, los tallos de cebada se convierten en cenizas ricas en compuestos químicos que pueden fortalecer el concreto. Además, el tallo de cebada es abundante y de acceso fácil, haciéndola una opción de mayor ahorro económico en relación a componentes más costosos.

Una de las características del tallo de cebada es su ligereza, siendo más liviano que otros materiales vegetales. Esto puede ser beneficioso cuando se utiliza como ingrediente en la mezcla de concreto, ya que puede disminuir el peso total sin sacrificar demasiado la resistencia. Además, los tallos de cebada son biodegradables, por lo que en su estado natural causan poco daño al ambiente (Buitron, 2023).

Otra propiedad interesante de los tallos de cebada es su capacidad para actuar como un material absorbente. Esto se debe a su estructura fibrosa y porosa, teniendo la posibilidad de ser útil en ciertas utilidades en el campo industrial, ya sea de producciones de materiales absorbentes o en la mejora de la retención de agua en mezclas de concreto. Esta propiedad, combinada con su alto contenido de celulosa, hace que los tallos de

cebada sean un recurso valioso para la creación de productos con características de retención y aislamiento (Buitron, 2023).

2.2.6.2 Composición química de la ceniza de tallo de cebada

Cuando los tallos de cebada se queman en condiciones controladas, las cenizas resultantes (cenizas de tallo de cebada) tienen una composición química altamente variable en función de las condiciones de combustión. Pero, en general, las cenizas procedentes del tallo de cebada tienen en su composición una mezcla de minerales que les puede dar propiedades puzolánicas, es decir, que reaccionan con la cal del cemento para formar compuestos que contribuyen a la resistencia del concreto (Alegría, 2021).

Las composiciones químicas de la ceniza de tallos de cebadas están dominadas por varios compuestos esenciales. Entre ellos, se encuentran altos niveles de sílice (SiO_2), óxido de calcio (CaO), óxidos de aluminio (Al_2O_3) y óxidos de hierro (Fe_2O_3), que son los principales componentes activos que le otorgan propiedades puzolánicas. Estos elementos reaccionan con la cal presente en los concretos, lo que incrementa el esfuerzo a largo plazo de la mezcla (Mejía, 2021).

La sílice es uno de los elementos más importantes en la ceniza de tallo de cebadas, ya que es el principal responsable de las reacciones químicas que mejoran la resistencia del concreto. Los compuestos de sílice reaccionan con la cal, formando silicato de calcio hidratado (C-S-H), que es el principal compuesto que contribuye a la resistencia en el concreto. Además, el contenido de óxido de calcio en las cenizas también juega un papel crucial, ya que puede reaccionar con otros compuestos presentes en la mezcla para formar compuestos que mejoran la durabilidad y la impermeabilidad del concreto (Mejía, 2021).

Otro elemento que se encuentra en las cenizas de tallos de cebadas es el óxido de aluminio (Al_2O_3), el cual puede favorecer la estabilidad y resistencia del concreto y su resistencia ante agentes químicos agresivos. El óxido de hierro (Fe_2O_3) también se encuentra en menor proporción, pero puede afectar el color y las propiedades del concreto.

Adicional a estos componentes principales, esta ceniza puede contener pequeñas cantidades de minerales varios, tal es el magnesio, sodio y potasio, que pueden influir en menor medida en las características del concreto, pero que contribuyen a su perfil general de desempeño. La presencia de estos compuestos en las cenizas de tallo de cebada las hace un material con potencial hacia el mejoramiento de las cualidades de concretos, ofreciendo una solución más sustentable y económica en sustitución del uso exclusivo de cemento y otros materiales convencionales (Mejia, 2021).

Las cenizas de tallo de cebada son unas cenizas con un perfil químico que las hace aptas para ser utilizadas en la mezcla del concreto. Al utilizarlos como componente base en la fabricación de materiales destinados a construcciones, reduciendo los impactos ambientales de industrias y se aprovechan estos residuos transformándolos en materiales que mejoran las resistencias y durabilidades de concretos.

2.3 Marco conceptual

2.3.1. Concreto hidráulico

Este componente constructivo compuesto por cementos, agua, arena y grava y, en ocasiones, aditivos, se caracteriza por sus capacidades de endurecimiento y volverse resistente al agua mediante la reacción química del cemento con el agua, lo que lo convierte en un material resistente y duradero en diferentes condiciones ambientales. El concreto hidráulico es ampliamente utilizado para construir estructuras resistentes y duraderas como puentes, carreteras, edificios, etc.

2.3.2. Cenizas de tallo de cebada

Son subproductos de industrias agrícolas, generado a partir de la quema o el tratamiento de los tallos de cebada. Estas cenizas contienen componentes minerales como sílice, alúmina y cal, que pueden tener efectos positivos en las propiedades del concreto cuando se usan como aditivo. Su composición química cambia según su origen y del

proceso de quema, pero se reconoce su potencial para mejorar ciertas cualidades de los concretos.

2.3.3. *Materiales alternativos*

Son componentes cada vez más utilizados para disminuir la dependencia de los materiales convencionales y volver la construcción más sustentable. Los materiales alternativos son desechos agrícolas, industriales y reciclados que ayudan a disminuir los residuos, mejoran las propiedades del concreto, lo hacen más económico y disminuyen el impacto ambiental. En el caso de cenizas, al mezclarse mejoran las cualidades de orden mecánico sin afectar su trabajabilidad, siempre y cuando se controlen sus proporciones.

2.3.4. *Propiedades mecánicas*

Estas cualidades, están referidos a las cualidades de orden mecánico estructural de un componente como los concretos bajo diversas cargas y condiciones. Estas propiedades son fundamentales para evaluar su desempeño en la construcción y garantizar la durabilidad y seguridad de las estructuras.

2.3.5. *Optimización de proporciones de ceniza en el concreto*

La optimización de las proporciones de cenizas de tallos de cebadas en la mezcla de concreto es un proceso esencial para asegurar que se logren los mejores resultados en cuanto a propiedades mecánicas. Las proporciones de ceniza deben ser cuidadosamente controladas a fin de evitar resultados pésimos en la resistencia y la trabajabilidad del concreto.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Este apartado conlleva conjuntos de procedimientos, técnicas y métodos sistemáticos los cuales se emplean hacia la realización de investigaciones de fines científicos de forma organizada y estructurada. Su objetivo es asegurar que la forma en que se recolectan, analiza e interpretan los datos sea rigurosa, imparcial y legítima. Según el tipo de investigación, la metodología puede ser cualitativa, cuantitativa o mixta. En la investigación cualitativa se interpretan fenómenos a través de entrevistas, observaciones y análisis de contenido; en la cuantitativa se usan datos numéricos que se analizan estadísticamente para verificar hipótesis o relaciones causales (Alfonso et al., 2020).

3.1 Enfoque de la investigación

El trabajo tiene se rige bajo enfoques cuantitativos, ya que se basó en la medición y análisis de variables específicas numéricas, como las cualidades de orden mecánico de concretos, al agregar cenizas en proporciones controladas. A través de experimentos y pruebas, se recopilan datos numéricos que permiten comparar el desempeño del concreto con y sin este material.

El enfoque cuantitativo de investigación implica la recopilación y el análisis de datos numéricos para comprender fenómenos y determinar relaciones de causa y efecto. Y ello

parte de la idea de que todo fenómeno social, psicológico o científico puede ser medido en términos de variables cuantificables. Los investigadores cuantitativos aplican métodos estadísticos para analizar los datos y así poder descubrir patrones, tendencias y hacer generalizaciones sobre una gran cantidad de casos o muestras. Entre los métodos más utilizados en las investigaciones cuantitativas tenemos las experimentaciones controladas y evaluaciones de informaciones secundarias existentes de lo alcanzado Alfonso et al., (2020).

3.2 Tipo de investigación

El trabajo cuenta con un tipo aplicada, porque se buscó solucionar problemáticas prácticas relacionadas con el mejoramiento de las propiedades mecánicas de concretos hidráulico por medio del empleo de ceniza. Al enfocarse en la implementación de un material agroindustrial en la construcción, se pretende generar soluciones concretas y aplicables a la industria local de Puno.

Este tipo de estudio, busca resolver problemáticas prácticas y concretos aplicando conocimientos teóricos. Mientras que la básica busca ampliar el conocimiento de un fenómeno sin una intención inmediata de uso, la aplicada busca crear soluciones prácticas a problemas específicos en rubros como la ingeniería, la salud, la educación, el medio ambiente, etc. Esta tipología se caracteriza por su orientación práctica y por la búsqueda de resultados aplicables de inmediato para mejorar procesos, prácticas o situaciones reales. El mayor beneficio de la investigación aplicada es que puede producir cambios y mejoras prácticas en el mundo real. Y lo mejor es que los hallazgos no solo enriquecen la ciencia, sino que también marcan la diferencia en el mundo real (Pimienta et al., 2018).

3.3 Nivel de investigación

El presente estudio es de nivel explicativo, debido a que se explicó la relación causa y efecto tras la aplicación de cenizas sobre las cualidades de orden mecánico del concreto

hidráulico. A través de experimentos y análisis, se explicará cómo las diferentes proporciones de este material afectan las resistencias y durabilidades de concretos.

El nivel de investigación explicativo busca entender la causa y consecuencia de un fenómeno, explicando el porqué de las cosas. Este tipo de investigación no sólo describe, sino que busca el establecimiento de una relación de causas y efectos entre cada variable. En la investigación explicativa los datos se recogen de forma sistemática y se analizan en profundidad para establecer relaciones de causa y efecto. A menudo se emplea en investigaciones de mayor envergadura, como experimentos controlados, estudios de caso o longitudinales, buscándose el análisis de los impactos de las variables sobre otra a lo largo del tiempo. De este modo, la investigación explicativa da una mirada más profunda y con mayor conocimiento de causa, que permite anticipar la forma en que se comportará el fenómeno en el futuro, bajo ciertas condiciones. (Pimienta et al., 2018)

3.4 Diseño de la investigación

El trabajo ejecutado es de diseño experimental, debido a que se hizo una manipulación de variables independientes (cenizas de tallo de cebada), con la realización de pruebas controladas para analizar el efecto de utilizar cenizas de tallo de cebada sobre las cualidades de orden mecánico de concretos. A través de un conjunto de experimentos, se manipulan las proporciones de ceniza, para observar su impacto sobre características de concretos hidráulicos.

El diseño experimental es un método de investigación hacia el establecimiento de una relación de causa y efecto entre variables. En este diseño el investigador manipula una o más variables independientes para medir su efecto sobre una o más variables dependientes y el controlar la variable que puedan afectar lo esperado. Este método hace posible hacer inferencias más fiables sobre la causalidad, al minimizar la posibilidad de sesgos y variabilidad no controlada, mediante un diseño manipulado y controlado. Los experimentos se pueden llevar a cabo en laboratorios, en el campo o en ambientes

naturales, según el tipo de investigación. El diseño experimental implica la designación de carácter aleatorio de conjuntos o condiciones experimentales, lo que controla las variables extrañas y asegura que los resultados sean causados por las manipulaciones (Alfonso et al., 2020).

3.5 Método de la investigación

El trabajo se rige con el método científico, puesto que se hace la generación y la aportación de las nuevas tecnologías de mejoramiento de concretos, con el control absoluto de los procesos establecidos para comprender el impacto de la utilización de cenizas de tallo de cebada y el control de las cualidades de orden mecánico de concretos hidráulicos.

Este método cuenta con fases sistemáticas de indagación de un fenómeno, adquisición de conocimiento y establecer conclusiones basadas en evidencia. El fin del método científico es desarrollar explicaciones verificables sobre fenómenos naturales, sociales o experimentales, eliminando las suposiciones no verificadas y desarrollando teorías basadas en evidencias observables. Con la repetición y revisión, el método científico intenta reducir el sesgo y la subjetividad, haciendo que los resultados sean fiables y válidos. Siguiendo este método, los científicos pueden plantear hipótesis basadas en teorías anteriores y luego probarlas con experimentos o estudios Pimienta et al. (2018).

3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

Este aspecto está entendido como el grupo de todos los elementos que tienen una característica en común y que son susceptibles de ser estudiados en un trabajo científico. Siendo lo más importante el interés que se quiera estudiar. Por ejemplo, si se está estudiando el comportamiento del consumidor en una ciudad, la población serían todos los consumidores de la ciudad. Especificar la población es de vital importancia, ya que define

la muestra a la que se aplicarán los resultados de la investigación y asegura que sean representativos de la población a la que se desean generalizar Alfonso et al. (2020).

En el presente trabajo, el aspecto de población se delimito por los concretos hidráulicos y los modificados que se fabrican en la ciudad de Puno, donde se pueda aplicar la utilización de cenizas en diferentes proporciones (2%, 4%, 6%, 8%).

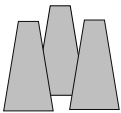
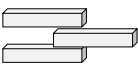
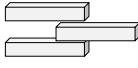
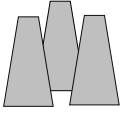
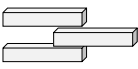
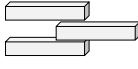
3.6.2 Muestra

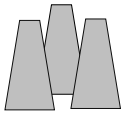
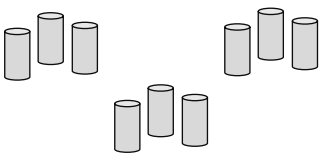
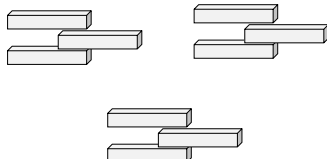
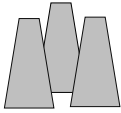
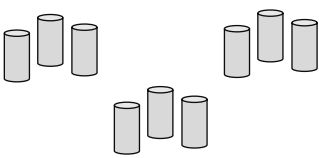
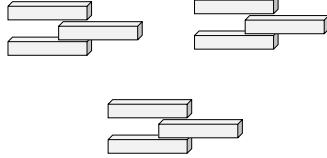
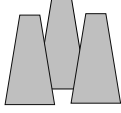
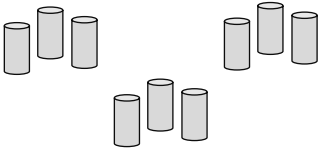
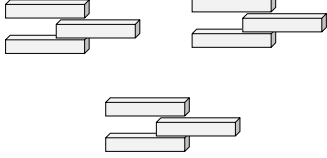
Este aspecto son los subconjuntos de la población, debiendo de ser de calidad, pues una buena selección asegura que los resultados sean representativos de la población a la que queremos inferir nuestros resultados y poder hacer generalizaciones válidas. Hay varias maneras de tomar una muestra; las más comunes son el muestreo aleatorio, estratificado y por conveniencia. El muestreo aleatorio es uno de los más rigurosos, pues todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos, y por lo tanto se reduce el sesgo, Alfonso et al. (2020).

La muestra está constituida por los grupos experimentales de combinaciones elaboradas y analizadas en el laboratorio bajo condiciones controladas, que incluyen un concreto hidráulico base y mezclas con adiciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cenizas.

Tabla 2

Cantidades de muestra para cada ensayo

Concretos	Asent.	Módulo de elasticidad		Módulo de rotura	
Concreto Hidráulico Base					
CHB + 2% CTCE					

Concretos	Asent.	Módulo de elasticidad	Módulo de rotura
CHB + 4% CTCE			
CHB + 6% CTCE			
CHB + 8% CTCE			
Total	15	75	75

Nota. Donde CHB es concreto hidráulico base y CTCE es cenizas de tallo de cebada

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

Están categorizados como las herramientas y procedimientos que los investigadores emplean para recopilar, manipular y analizar información y así resolver las preguntas de investigación. Estas técnicas dependen del tipo de investigación, los datos que se quieren recoger y los objetivos del proyecto. Pueden ser cualitativas o cuantitativas, y utilizan diversas técnicas como encuestas, entrevistas, observación participante, análisis de documentos, experimentos, estudios de caso, etc. Cada técnica tiene sus fortalezas y debilidades, y la elección de la técnica adecuada dependerá del contexto de la investigación y los resultados que se esperan obtener. Las técnicas de investigación, si se aplican correctamente, proporcionan a los investigadores datos válidos y confiables para apoyar las hipótesis o responder a las preguntas de investigación (Pino, 2019).

- Diseño experimental: donde las mezclas de concreto se preparan en condiciones controladas para analizar el efecto de la aplicación de cenizas de tallos de cebada en

las cualidades de orden mecánico de concretos hidráulicos. Las proporciones de ceniza de tallos de cebada (0%, 2%, 4%, 6% y 8%) se prueban en distintas mezclas de concreto, y los resultados se comparan con el concreto base para determinar la incidencia de las cenizas.

- Pruebas de resistencia mecánica: Se utilizan los ensayos de compresión y flexión en especímenes de concretos a edades de saturación (1, 2 y 4 semanas), para evaluar cómo la ceniza afecta estas cualidades de orden mecánico.
- Análisis de resultados: Se utilizan hojas de Excel para el análisis de datos alcanzados por medio de las experimentaciones de resistencia y compararlos entre las diferentes mezclas de concreto.
- Análisis de la trabajabilidad: Se realiza la medición de la trabajabilidad del concreto a través de la medición del asentamiento, que analiza la consistencia y fluidez de los concretos frescos en función de la cantidad de agua y materiales.

3.7.2 Instrumentos

Herramientas que los investigadores utilizan para recoger y medir datos de forma sistemática y precisa. Estas herramientas hacen que la recolección de datos sea sistemática y eficiente, y que la información recopilada sea pertinente y válida para dar respuesta a las preguntas de la investigación. Cada instrumento se elige en dependencia del enfoque metodológico, el tipo de datos que se van a recoger (cuantitativos o cualitativos) y los objetivos del trabajo. La elección apropiada de los instrumentos es esencial, ya que define las calidades y confiabilidad de los datos recopilados (Pino, 2019).

- Equipo de compresión axial: Se utiliza una máquina de compresión para medir la resistencia a compresión. Este equipo aplica una controlada carga a las probetas de concretos para romperlos, y se mide la fuerza máxima que soporta cada muestra.
- Equipo de compresión axial con cambio de base: ello a fin de estimar el esfuerzo a flexotracción, con ello alcanzar el módulo de rotura de especímenes en forma de vigas.

- Cilindros de concreto: Se emplean cilindros de concreto (generalmente de $D=15\text{cm}$ y $H=30\text{cm}$) para preparar las probetas de concretos a los que se someterán a experimentaciones de esfuerzos de cargas axiales.
- Vigas de concreto: Las vigas de concreto son moldes que se elaboran según las especificaciones de la norma para pruebas de flexión, generalmente con dimensiones estándar de 15cm de ancho x 15cm de alto y 50cm de largo.
- Cono de Abrams: Se utiliza un conito de Abrams para realizar el ensayo de asentamiento o slump, que mide la trabajabilidad del concreto fresco. El resultado muestra la fluidez o consistencia del concreto, lo cual es clave para evaluar su manejabilidad en el sitio de construcción
- Balanza de precisión: Una balanza de precisión se utiliza para pesar los materiales de las mezclas, como el cemento, los agregados y las cenizas de tallo de cebada, asegurando que se mantengan las proporciones correctas en las mezclas experimentales.

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

3.8.1 Validación

La validación consiste en probar y ajustar los instrumentos antes de utilizarlos en la investigación final. Para ello, se emplean diversos métodos, como la validación por expertos, donde se pide la opinión de expertos en el tema de la investigación, o la validación empírica, que implica comparar los resultados con otros instrumentos ya validados o con datos reales Pimienta et al. (2018).

3.8.2 Confiabilidad

. Un instrumento válido es aquel que arroja resultados consistentes y repetibles en cualquier circunstancia. Esto quiere decir que, si el mismo instrumento se aplica en las mismas condiciones, debe dar los mismos resultados. La fiabilidad es la garantía de que

los datos recopilados sean exactos y no estén sujetos a errores aleatorios o sistemáticos, mismo que asegura lo válido de una conclusión en la investigación Pimienta et al. (2018).

3.9 Plan de recolección de datos

Se recolectaron los tallos de los cultivos ubicados en los alrededores, los cuales, después de la cosecha de los granos de cebada, son generalmente desechados. Una vez realizada la recolección, los tallos fueron secados cuidadosamente para eliminar cualquier rastro de humedad, asegurando así que las cenizas obtenidas no contuvieran impurezas que pudieran afectar su calidad.

Figura 2

Cenizas de tallo de cebada



El siguiente paso consistió en la quema controlada al aire libre de los tallos en una cubeta a una temperatura aproximada de 200°C durante una hora. Este proceso se realizó de manera cuidadosa para garantizar que los tallos se convirtieran en cenizas de manera uniforme. Finalmente, se tamizó las cenizas obtenidas, empleando el material pasante a

una malla N° 200 para separar los materiales finos y obtener una ceniza homogénea y adecuada para su posterior uso. Además, para el presente estudio se empleó una cantidad aproximada de 20 kg de cenizas a fin de cubrir con todos los ensayos de la investigación.

Según el análisis realizado por Holgado, (2022) sobre la composición química de la ceniza empleada, teniéndose la siguiente distribución porcentual de los principales componentes:

- SiO_2 (dióxido de silicio): 62.25%
- Al_2O_3 (óxido de aluminio): 6.30%
- Fe_2O_3 (óxido de hierro): 2.10%
- CaO (óxido de calcio): 5.72%
- MgO (óxido de magnesio): 5.40%

3.9.1 *Ensayos realizados en laboratorio*

1) Diseño de mezclas:

Esta etapa para los concretos hidráulicos se realizó siguiendo las directrices técnicas proporcionadas por el ACI 211 y la NTP E.060. Para garantizar que la mezcla fuera adecuada para su uso, se realizaron una serie de ensayos sobre los agregados provenientes de la **cantera de Totorani**, los cuales fueron esenciales para determinar sus características físicas y su comportamiento en la mezcla. Los ensayos realizados incluyeron:

- **Análisis granulométrico:** Este ensayo, según la norma ASTM.C33 - NTP400.011, permitió clasificar las distribuciones por tamaño de los agregados, mismo que es importante hacia el aseguramiento de una buena compactación y resistencia del concreto.
- **Humedad presente:** Siguiendo la norma ASTM.C566 - NTP339.185, se determinó la proporción de humedad en el material de cantera, lo que es importante para ajustar la proporción de agua en la mezcla.

- Pesos específicos y absorciones: Según la norma ASTM.C127 - NTP400.021, este ensayo se utilizó para medir las densidades de materiales y sus capacidades de succionar humedad, lo que afecta la mezcla final y la cantidad de agua que se necesita añadir.
- Peso unitario seco y compactado: en relación al ASTM C29 - NTP400.017, este ensayo ayudó a determinar la densidad de los agregados cuando se encuentran secos y compactados, lo que afecta en la cantidad de material requerido para lograr la resistencia deseada en los concretos.
- Fineza: esta evaluación, en relación a la NTP400.012 - ASTM C136.5.1, se llevó a cabo para evaluar la cantidad de partículas finas presentes en los agregados, lo cual influye a la consistencia y los esfuerzos mecánicos de concretos.

Tabla 3

Proporción de materiales para concretos hidráulicos de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Proporciones de materiales para 210 kg/cm ²				
Agregado	Dosificación Sec. (kg/m ³)	Prop. Vol. Sec.	Dosificación Húm. (kg/m ³)	Prop. Vol. Húm.
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	202	0.55
A. Gruesos	1005	2.74	1029	2.81
A. Finos	770	2.10	794	2.17
Aire	2.0%	-	2.0%	

Se presentan las proporciones en kg/m³ y los volúmenes correspondientes para cada material utilizado, como el aglomerante, líquido, grava y arena, siendo la proporción en volumen húmedo de: 1.0: 0.55: 2.81: 2.17.

2) Asentamiento o trabajabilidad:

Se realizó el ensayo de asentamiento (slump test) para medir la trabajabilidad de las mezclas de concreto hidráulico, siguiendo los lineamientos establecidos en la normativa NTP339.034 (2014). Esta etapa es esencial a fin de analizar la trabajabilidad y/o

manejabilidad de la mezcla fresca para ser manipulado, compactado y colocado en las obras, asegurando que la mezcla no sea ni demasiado líquida ni demasiado espesa para el tipo de aplicación prevista.

3) **Resistencia a compresión:**

Se ejecutó el ensayo de esfuerzo ante cargas axiales, evaluando las muestras a las 1, 2 y 4 semanas de saturación, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la normativa ASTM C39 - NTP339.034. Este ensayo permitió estimar la facultad de concretos para resistir pesos aplicados antes del fallo, siendo lo más importante a fin de sostener que los concretos cumplan con las especificaciones de resistencia solicitados para la estructura o pavimento. Los resultados obtenidos a diferentes tiempos de curado permiten observar la evolución del esfuerzo a cargas axiales de concretos en los periodos de servicio.

4) **Resistencia a flexión:**

El ensayo de resistencia a flexión también se realizó para evaluar los comportamientos de los concretos ante aplicaciones y fallas por flexión. La experimentación se ejecutó a 1, 2 y 4 semanas de saturación de vigas, siguiendo las especificaciones de la NTP 334.051. Este ensayo de manera particular es primordial para componentes que estarán bajo tensiones de flexotracción, ya sea vigas y losas, ya que permite determinar las capacidades de los concretos hacia el soporte de esfuerzos sin fracturarse. Al igual que en el módulo de elasticidad, el periodo de saturación influye en los resultados, por lo que la evaluación en diferentes etapas es crucial para contar con un análisis completo de las resistencias de concretos.

3.9.2 *Análisis e interpretación de los resultados*

Esta etapa general del trabajo, es un procedimiento constante de cálculos e interpretaciones de la información resultante, ello con la finalidad dar respuesta a las cuestionamientos del trabajo o comprobar las suposiciones o afirmaciones adelantadas.



En esta etapa, los datos cuantitativos y cualitativos se codifican, se analizan estadísticamente (si procede) y se comparan con estudios anteriores o con los objetivos iniciales de la investigación.

El análisis consiste en examinar cuidadosamente los datos recogidos en la prueba o experimento, usando métodos estadísticos o cualitativos, según sea necesario. La interpretación no se limita a describir los resultados, sino que intenta explicarlos (¿qué significan?), identificar patrones o tendencias, discutir las posibles razones detrás de los resultados y juzgar su validez y significado dentro del contexto de la investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos

En este apartado se presentan los resultados sobre la influencia de la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 2%, 4%, 6% y 8%. Estos resultados se ilustran mediante gráficos y tablas, lo que facilita una mejor comprensión del impacto de este material en las propiedades mecánicas del concreto, tales como la resistencia a la compresión, a flexión y el asentamiento.

Tabla 4

Proporción de materiales para concretos hidráulicos de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Proporciones de materiales para 210 kg/cm ²				
Agregado	Dosificación Sec. (kg/m ³)	Prop. Vol. Sec.	Dosificación Húm. (kg/m ³)	Prop. Vol. Húm.
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	202	0.55
A. Gruesos	1005	2.74	1029	2.81
A. Finos	770	2.10	794	2.17
Aire	2.0%	-	2.0%	

Se presentan las proporciones en kg/m³ y los volúmenes correspondientes para cada material utilizado, como el aglomerante, líquido, grava y arena, siendo la proporción en volumen húmedo de: 1.0: 0.55: 2.81: 2.17.

Tabla 5*Dosificación de las cenizas estudiadas hacia 1m³*

Materiales	CHB	CHB +2% CTCE	CHB +4% CTCE	CHB +6% CTCE	CHB +8% CTCE
Cemento	366.00	366.00	366.00	366.00	366.00
Agua	202.00	202.00	202.00	202.00	202.00
A. Grueso	1029.00	1029.00	1029.00	1029.00	1029.00
A. Fino	794.00	794.00	794.00	794.00	794.00
CTC (kg/m3)	0.00	7.32	14.64	21.96	29.28

Se muestra la dosificación de concretos hidráulicos con la adición de diversos porcentajes de cenizas de tallos de cebada (CTCE), en concentraciones de 2%, 4%, 6% y 8%, esta adición se realizó respecto al aglomerante (cemento).

Tabla 6*Dosificación de cenizas para 1 bolsa de cemento*

Materiales	CHB	CHB +2% CTCE	CHB +4% CTCE	CHB +6% CTCE	CHB +8% CTCE
Cemento	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5
Agua	92.22	92.22	92.22	92.22	92.22
A. Grueso	119.47	119.47	119.47	119.47	119.47
A. Fino	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44
CTC (kg/m3)	0	0.85	1.7	2.55	3.4

Se muestra la dosificación de concreto hidráulico para una bolsa de cemento, esta adición se realizó respecto al peso del cemento.

4.1.1 Influencia de la ceniza de tallo de cebada sobre la trabajabilidad del concreto

De acuerdo a la prueba de asentamiento de las muestras, se alcanzó:

Tabla 7

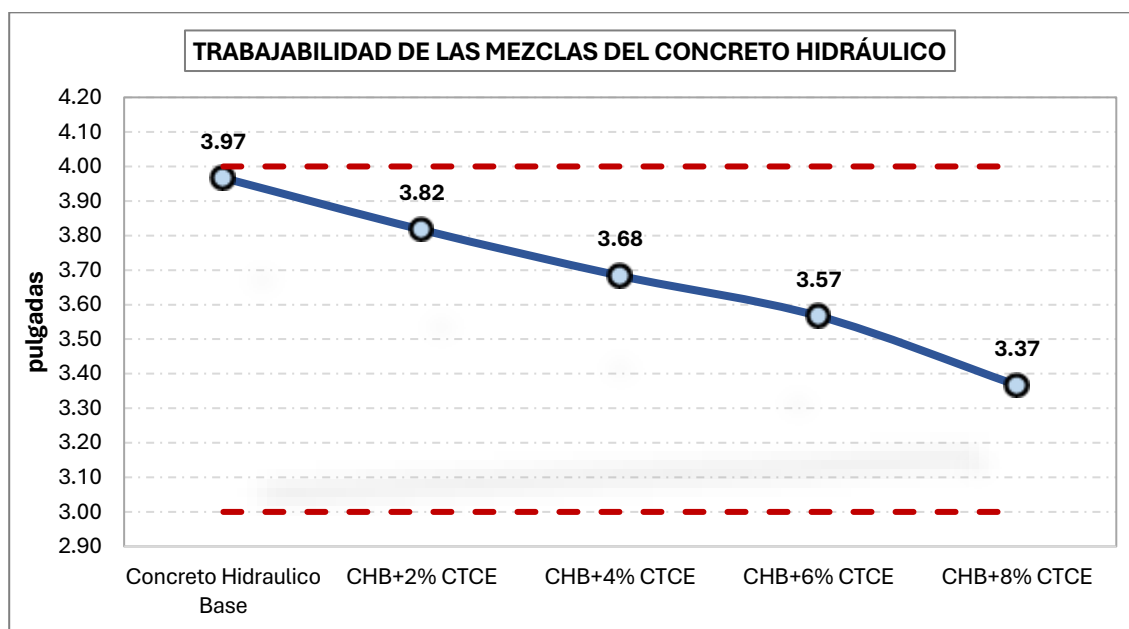
Comportamiento del asentamiento en las diversas mezclas con CTCE

Grupo de prueba	Slump (pulg)	Trabajabilidad
Concreto Hidráulico Base	3.97	Trabajable
CHB+2% CTCE	3.82	Trabajable
CHB+4% CTCE	3.68	Trabajable
CHB+6% CTCE	3.57	Trabajable
CHB+8% CTCE	3.37	Trabajable

El asentamiento de las muestras frescas de concreto hidráulico, y también los promedios de cada grupo experimental, presenta que todos se encuentran dentro del rango recomendado (3"-4") de trabajabilidad y consistencia de la mezcla fresca.

Figura 3

Comportamiento del asentamiento en las diversas mezclas con CTCE



El gráfico presenta cómo la trabajabilidad de las mezclas reduce conforme se incrementa la proporción de cenizas, pasando de un valor de 3,97 pulg. en los concretos hidráulicos base (CHB) a 3.37 pulg. en la mezcla con 8% de CTCE.

4.1.2 Influencia de la ceniza de tallo de cebada sobre la resistencia a compresión

Se presentan las resistencias obtenidas tanto del concreto hidráulico base como de aquellas mezclas en las que se adicionaron cenizas de tallos de cebada, evaluadas a los 7, 14 y 28 días.

Tabla 8

Resistencias a la compresión en grupos de experimentación a los 7 días

Grupo de Prueba	Detalles	Carga (kN)	Esfuerzo (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)	Edad
Concreto Hidráulico Base	CHB-1	264.05	152.37	151.41	7 días
	CHB-2	260.68	150.62		
	CHB-3	248.96	151.23		
CHB+2% CTCE	CHB2% - 1	269.73	155.85	157.63	
	CHB2% - 2	273.73	158.80		
	CHB2% - 3	271.69	158.25		
CHB+4% CTCE	CHB4% - 1	279.72	162.27	163.66	
	CHB4% - 2	283.18	163.41		
	CHB4% - 3	284.93	165.30		
CHB+6% CTCE	CHB6% - 1	280.11	161.85	161.49	
	CHB6% - 2	278.04	161.30		
	CHB6% - 3	278.80	161.31		
CHB+8% CTCE	CHB8% - 1	265.98	154.30	154.21	
	CHB8% - 2	267.81	154.74		
	CHB8% - 3	265.81	153.58		

La tabla anterior muestra la variación de resistencias ante la aplicación de cargas axiales de concretos de tipo hidráulico y los grupos experimentales con inclusión de ceniza de tallo de cebada, a la primera semana de curado por saturación. El concreto hidráulico base (CHB) tiene una media de esfuerzo de 151.41 kg/cm², sin embargo, los concretos más 4% de CTCE presenta el mayor módulo de elasticidad con un promedio de 163.66 kg/cm², además, mientras mayor es la proporción de adición de cenizas, la resistencia comienza a disminuir progresivamente.

Tabla 9

Resistencias a la compresión en grupos de experimentación a los 14 días

Grupo de Prueba	Detalles	Carga (kN)	Esfuerzo (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)	Edad
Concreto Hidráulico Base	CHB-1	315.71	182.67	181.40	14 días
	CHB-2	310.93	179.42		
	CHB-3	316.46	182.12		
CHB+2% CTCE	CHB2% - 1	320.73	186.81	186.15	
	CHB2% - 2	319.62	185.17		
	CHB2% - 3	323.58	186.47		
CHB+4% CTCE	CHB4% - 1	333.61	192.51	192.27	
	CHB4% - 2	330.99	191.76		
	CHB4% - 3	333.68	192.55		
CHB+6% CTCE	CHB6% - 1	330.62	190.78	190.59	
	CHB6% - 2	329.79	190.55		
	CHB6% - 3	330.02	190.44		
CHB+8% CTCE	CHB8% - 1	312.72	180.45	179.82	
	CHB8% - 2	308.97	179.24		
	CHB8% - 3	310.28	179.76		

La tabla anterior muestra la variación de resistencias ante la aplicación de cargas axiales de concretos de tipo hidráulico y los grupos experimentales con inclusión de ceniza de tallo de cebada, a la segunda semana de curado por saturación. El concreto hidráulico base (CHB) tiene una media de esfuerzo de 181.40 kg/cm², sin embargo, los concretos más 4% de CTCE presenta el mayor módulo de elasticidad con un promedio de 192.27 kg/cm², además, mientras mayor es la proporción de adición de cenizas, la resistencia comienza a disminuir progresivamente.

Tabla 10

Resistencias a la compresión en grupos de experimentación a los 28 días

Grupo de Prueba	Detalles	Carga (kN)	Esfuerzo (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)	Edad
Concreto Hidráulico Base	CHB-1	367.84	212.83	212.79	28 días
	CHB-2	364.91	211.41		
	CHB-3	368.63	214.13		
CHB+2% CTCE	CHB2% - 1	392.62	216.62	216.79	
	CHB2% - 2	376.06	217.87		
	CHB2% - 3	373.63	215.88		
CHB+4% CTCE	CHB4% - 1	383.83	222.67	221.79	
	CHB4% - 2	380.65	220.83		
	CHB4% - 3	384.49	221.87		
CHB+6% CTCE	CHB6% - 1	381.26	220.00	219.63	
	CHB6% - 2	380.19	219.39		
	CHB6% - 3	379.89	219.50		
CHB+8% CTCE	CHB8% - 1	358.96	208.24	208.42	
	CHB8% - 2	359.30	208.44		
	CHB8% - 3	360.01	208.57		

La tabla anterior muestra la variación de resistencias ante la aplicación de cargas axiales de concretos de tipo hidráulico y los grupos experimentales con inclusión de ceniza de tallo de cebada, a la cuarta semana de curado por saturación. El concreto hidráulico base (CHB) tiene una media de esfuerzo de 212.79 kg/cm², sin embargo, los concretos más 4% de CTCE presenta el mayor módulo de elasticidad con un promedio de 221.79 kg/cm², además, mientras mayor es la proporción de adición de cenizas, la resistencia comienza a disminuir progresivamente.

Tabla 11

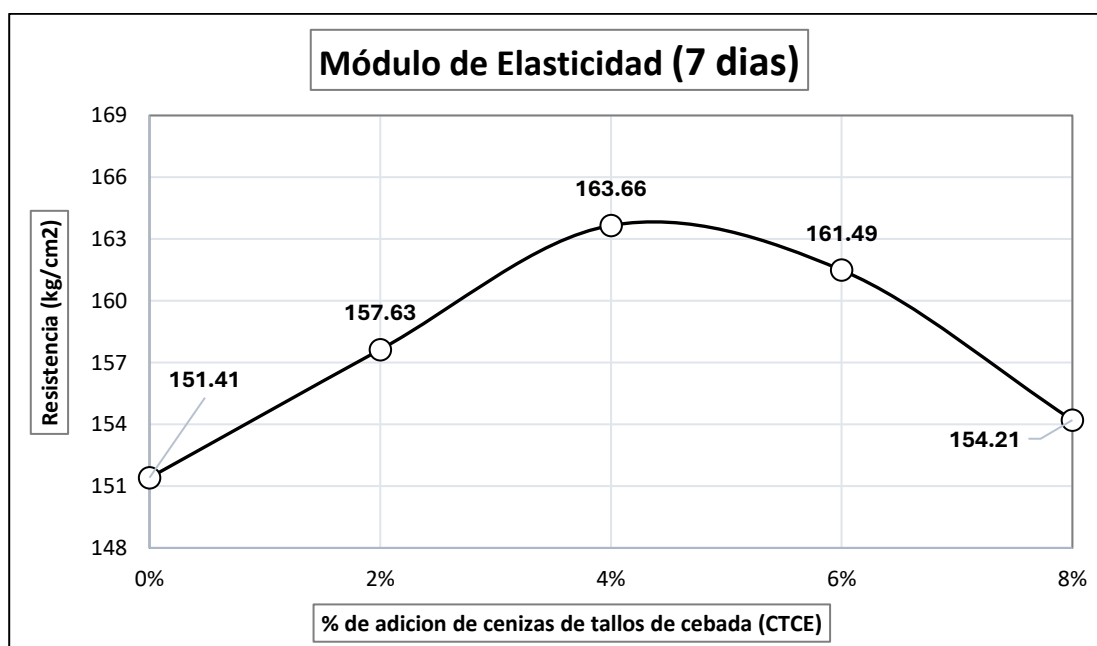
Resumen de resistencias a la compresión de grupos de experimentación

Resumen de Módulos de Elasticidad (kg/cm ²)			
Grupo de prueba	7 d.	14 d.	28 d.
Concreto Hidráulico Base	151.41	181.40	212.79
CHB+2% CTCE	157.63	186.15	216.79
CHB+4% CTCE	163.66	192.27	221.79
CHB+6% CTCE	161.49	190.59	219.63
CHB+8% CTCE	154.21	179.82	208.42

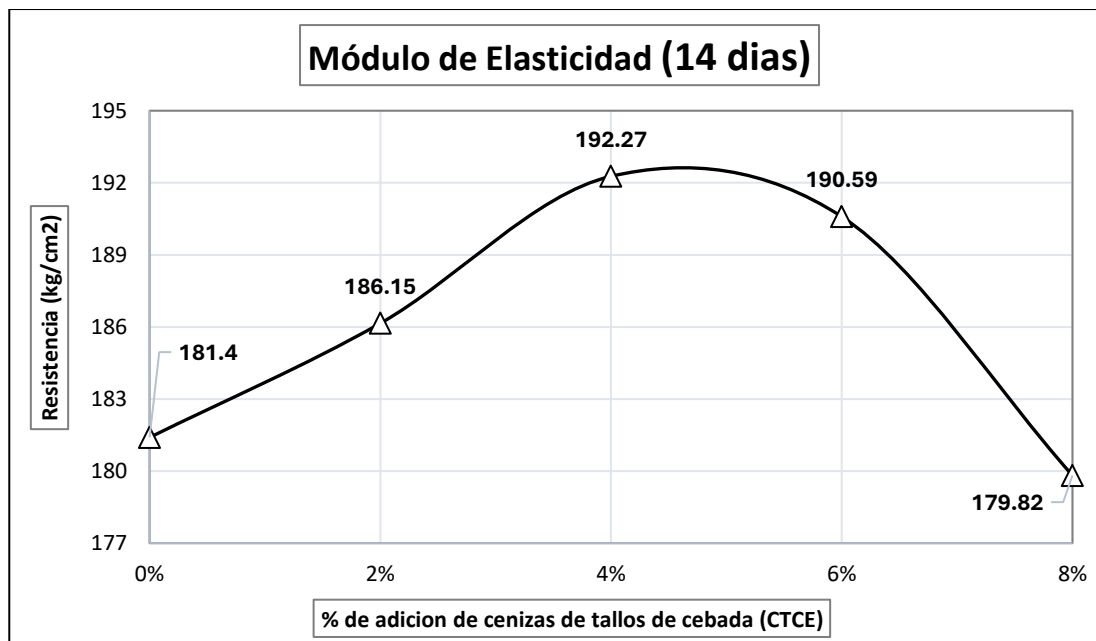
Se presenta los módulos de elasticidad medios a la 1ra, 2da, y 4ta semana de saturación.

Figura 4

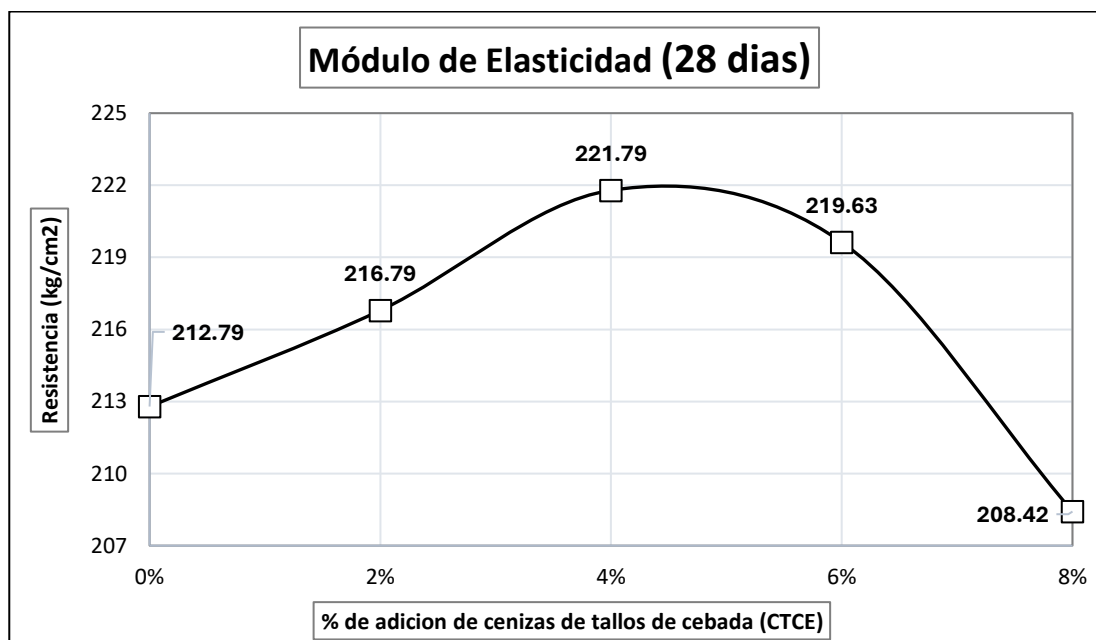
Comportamiento resistencias a la compresión a los 7 días



Se muestra la evolución de esfuerzos ante la aplicación de cargas axiales de concretos de tipo hidráulico con la adición de cenizas de tallo de cebada (CTCE) a la 1ra semana, en el que se observa que la resistencia alcanza su valor máximo en 163.66 kg/cm² con el 4% de adición de CTCE, y luego disminuye conforme se incrementa la cantidad de cenizas.

Figura 5*Comportamiento resistencias a la compresión a los 14 días*

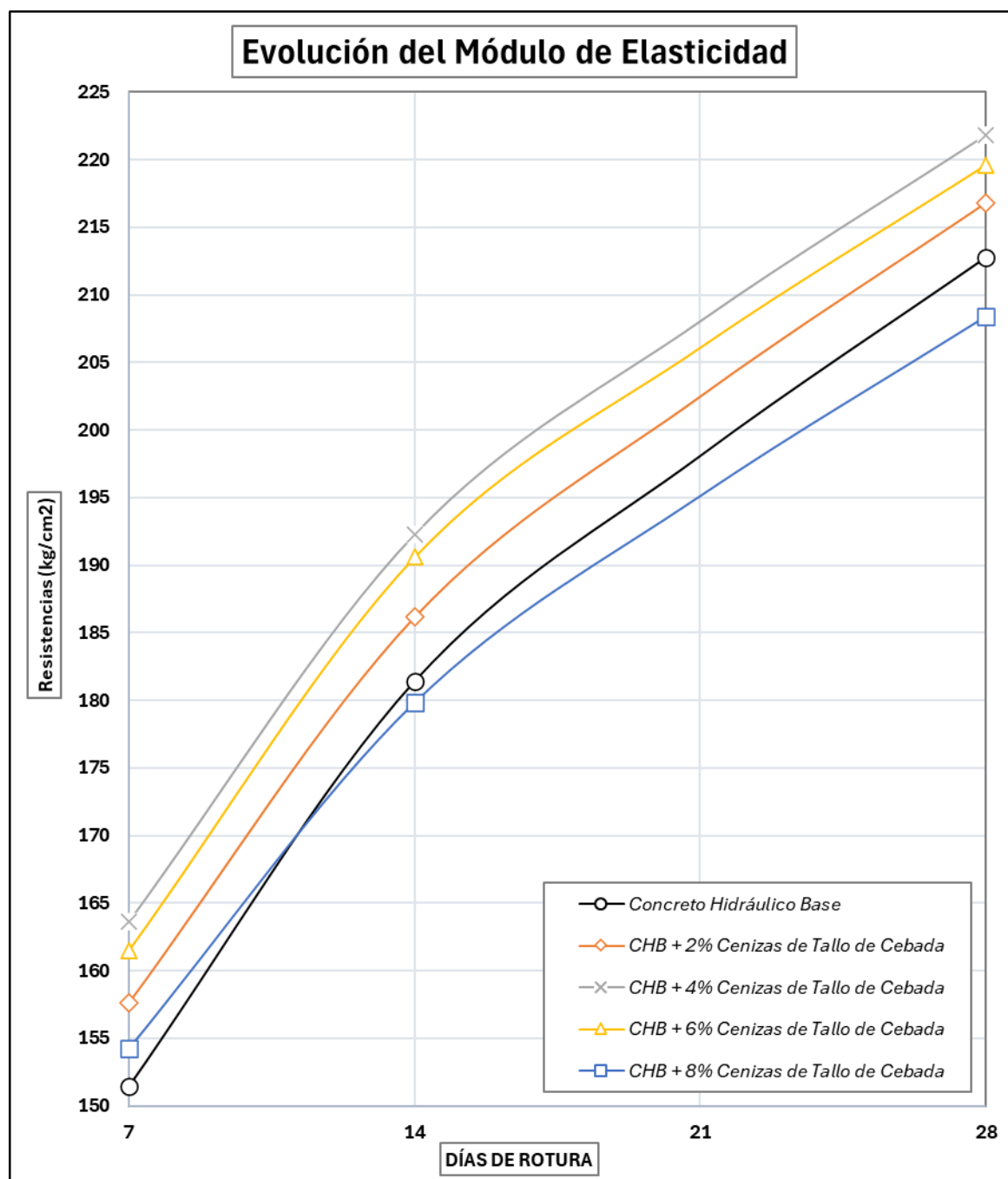
Se muestra que la mayor resistencia es 192.27 kg/cm² lograda con el 4% de CTCE.

Figura 6*Comportamiento resistencias a la compresión a los 28 días*

Se muestra la evolución de esfuerzos a la 2da semana, en el que se observa que la resistencia alcanza su valor máximo en 221.79 kg/cm² con el 4% de adición de CTCE, y luego disminuye conforme se incrementa la cantidad de cenizas.

Figura 7

Comparación general del módulo de elasticidad a diferentes edades de curado



En la figura anterior se aprecia la evolución temporal de los diferentes grupos de experimentación del concreto hidráulico convencional y modificado, siendo la línea negra el concreto base, y por encima de ellos los grupos con mejor comportamiento, notándose que los grupos de 2%, 6% y 4% representan las mejores adiciones para el mejoramiento de los esfuerzos ante la aplicación de cargas axiales de concretos de tipo hidráulico.

4.1.3 Influencia de la ceniza de tallo de cebada sobre la resistencia a flexión

Tabla 12

Resistencias a la flexión en grupos de experimentación a los 7 días

Grupo de Prueba	Detalles	Carga (kN)	Mr (kg/cm²)	Media (kg/cm2)	Edad
Concreto Hidráulico Base	CHB-1	204.15	18.15	17.82	7 días
	CHB-2	197.84	17.59		
	CHB-3	199.35	17.72		
CHB+2% CTCE	CHB2% - 1	214.88	19.10	19.89	
	CHB2% - 2	234.30	20.83		
	CHB2% - 3	222.16	19.75		
CHB+4% CTCE	CHB4% - 1	266.58	23.70	23.23	
	CHB4% - 2	257.52	22.89		
	CHB4% - 3	260.00	23.11		
CHB+6% CTCE	CHB6% - 1	254.80	22.65	21.78	
	CHB6% - 2	240.38	21.37		
	CHB6% - 3	239.74	21.31		
CHB+8% CTCE	CHB8% - 1	197.63	17.57	16.98	
	CHB8% - 2	190.84	16.96		
	CHB8% - 3	184.69	16.42		

La tabla anterior muestra la variación de resistencias ante la aplicación de cargas axiales sobre concretos de tipo hidráulico apoyados en dos puntos de la base y los grupos experimentales con inclusión de ceniza de tallo de cebada, a la 1ra semana de curado por saturación. El concreto hidráulico base (CHB) tiene una media de esfuerzo de 17.82 kg/cm², sin embargo, los concretos más 4% de CTCE presenta el mayor módulo de rotura con un promedio de 23.23 kg/cm², además, mientras mayor es la proporción de adición de cenizas, la resistencia comienza a disminuir progresivamente.

Tabla 13

Resistencias a la flexión en grupos de experimentación a los 14 días

Grupo de Prueba	Detalles	Carga (kN)	Mr (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)	Edad
Concreto Hidráulico Base	CHB-1	271.73	24.15	24.54	14 días
	CHB-2	282.47	25.11		
	CHB-3	274.20	24.37		
CHB+2% CTCE	CHB2% - 1	310.80	27.63	27.76	
	CHB2% - 2	315.32	28.03		
	CHB2% - 3	310.73	27.62		
CHB+4% CTCE	CHB4% - 1	347.53	30.89	31.13	
	CHB4% - 2	352.61	31.34		
	CHB4% - 3	350.65	31.17		
CHB+6% CTCE	CHB6% - 1	326.51	29.02	28.47	
	CHB6% - 2	318.68	28.33		
	CHB6% - 3	315.84	28.07		
CHB+8% CTCE	CHB8% - 1	270.06	24.01	24.21	
	CHB8% - 2	271.83	24.16		
	CHB8% - 3	275.09	24.45		

La tabla anterior muestra la variación de resistencias ante la aplicación de cargas axiales sobre concretos de tipo hidráulico apoyados en dos puntos de la base y los grupos experimentales con inclusión de ceniza de tallo de cebada, a la 2da semana de curado por saturación. El concreto hidráulico base (CHB) tiene una media de esfuerzo de 24.54 kg/cm², sin embargo, los concretos más 4% de CTCE presenta el mayor módulo de rotura con un promedio de 31.13 kg/cm², además, mientras mayor es la proporción de adición de cenizas, la resistencia comienza a disminuir progresivamente

Tabla 14

Resistencias a la flexión en grupos de experimentación a los 28 días

Grupo de Prueba	Detalles	Carga (kN)	Mr (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)	Edad
Concreto Hidráulico Base	CHB-1	363.82	32.34	33.10	28 días
	CHB-2	373.81	33.23		
	CHB-3	379.37	33.72		
CHB+2% CTCE	CHB2% - 1	404.20	35.93	35.78	
	CHB2% - 2	401.62	35.70		
	CHB2% - 3	401.63	35.70		
CHB+4% CTCE	CHB4% - 1	428.63	38.10	39.16	
	CHB4% - 2	444.52	39.51		
	CHB4% - 3	448.62	39.88		
CHB+6% CTCE	CHB6% - 1	407.84	36.25	35.89	
	CHB6% - 2	400.83	35.63		
	CHB6% - 3	402.70	35.80		
CHB+8% CTCE	CHB8% - 1	350.58	31.16	32.10	
	CHB8% - 2	364.38	32.40		
	CHB8% - 3	368.19	32.74		

La tabla anterior muestra la variación de resistencias ante la aplicación de cargas axiales sobre concretos de tipo hidráulico apoyados en dos puntos de la base y los grupos experimentales con inclusión de ceniza de tallo de cebada, a la 4ta semana de curado por saturación. El concreto hidráulico base (CHB) tiene una media de esfuerzo de 33.10 kg/cm², sin embargo, los concretos más 4% de CTCE presenta el mayor módulo de rotura con un promedio de 39.16 kg/cm², además, mientras mayor es la proporción de adición de cenizas, la resistencia comienza a disminuir progresivamente.

Tabla 15

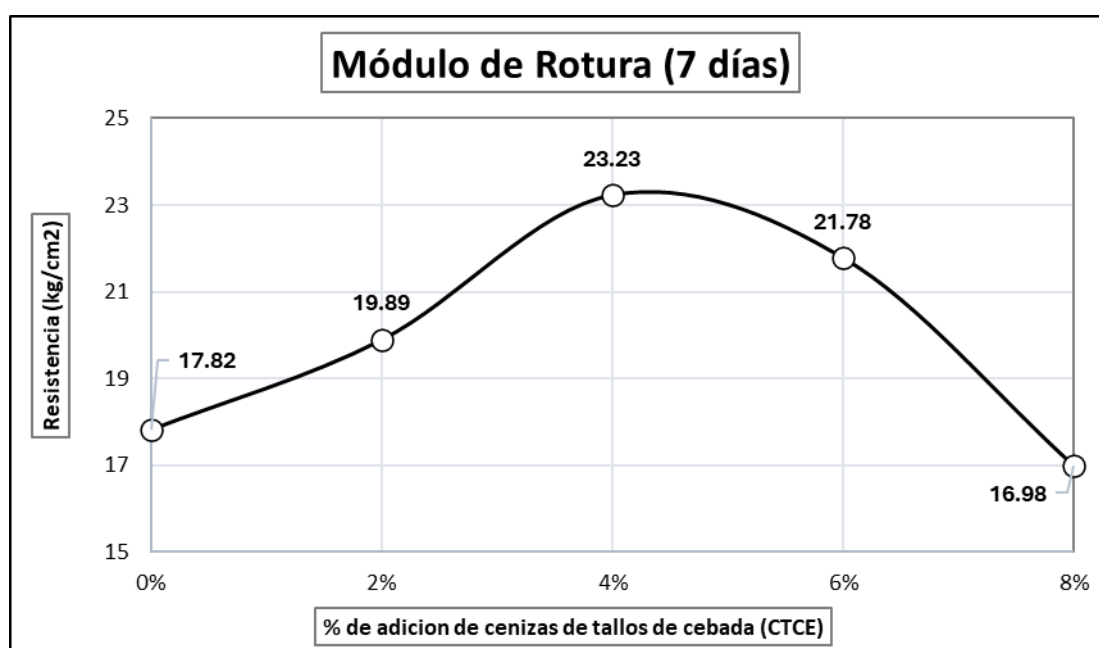
Resumen de resistencias a la flexión de grupos de experimentación

Resumen de Módulos de Rotura (kg/cm ²)			
Grupo de prueba	7 d.	14 d.	28 d.
Concreto Hidráulico Base	17.82	24.54	33.10
CHB+2% CTCE	19.89	27.76	35.78
CHB+4% CTCE	23.23	31.13	39.16
CHB+6% CTCE	21.78	28.47	35.89
CHB+8% CTCE	16.98	24.21	32.10

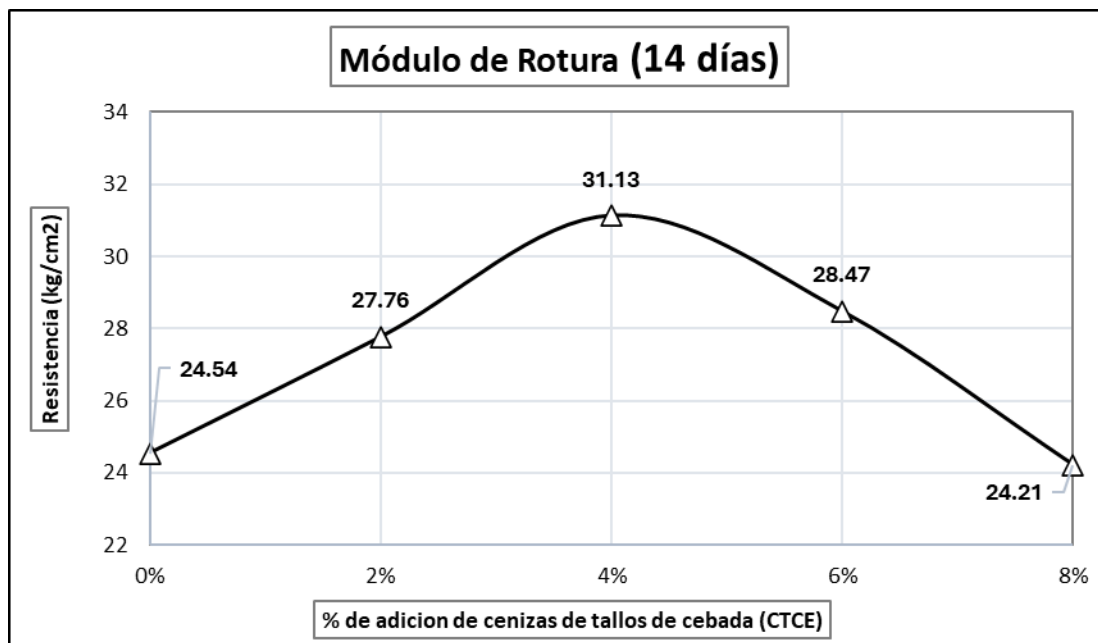
Se presenta los módulos de rotura medios a la 1ra, 2da, y 4ta semana de saturación.

Figura 8

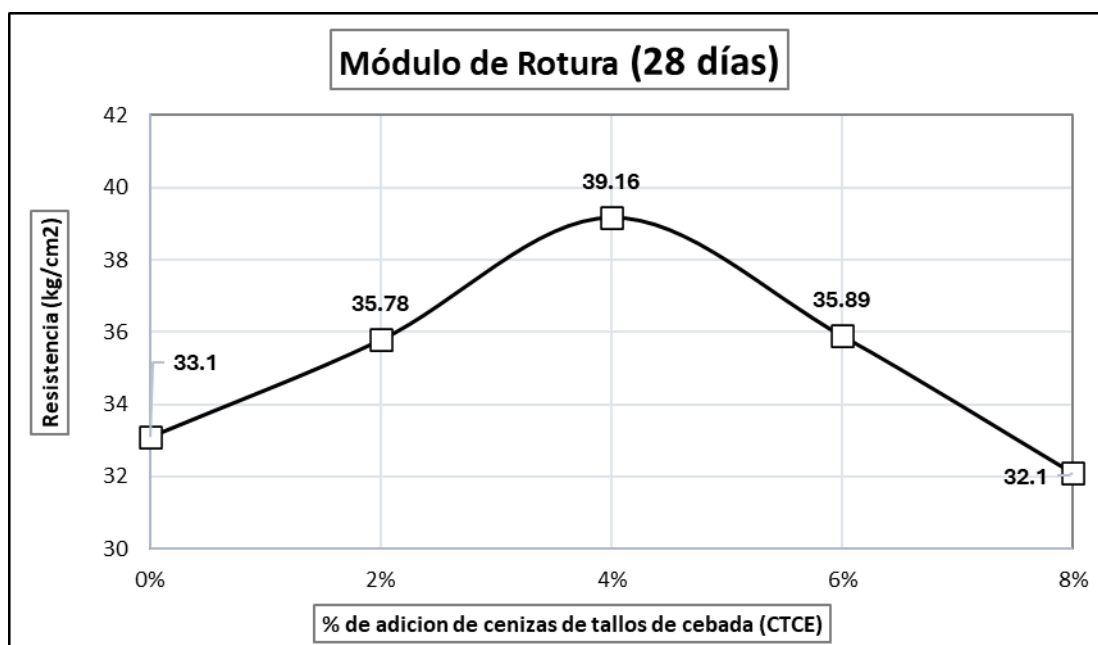
Comportamiento resistencias a la flexión a los 7 días



Se aprecia la evolución de esfuerzos ante la aplicación de cargas axiales a especímenes de tipo hidráulico apoyados en dos puntos con adición de cenizas (CTCE) a la 1ra semana, en el que se observa que la resistencia alcanza su valor máximo en 23.23 kg/cm² con el 4% de adición de CTCE, y luego disminuye conforme se incrementa la cantidad de cenizas.

Figura 9*Comportamiento resistencias a la flexión a los 14 días*

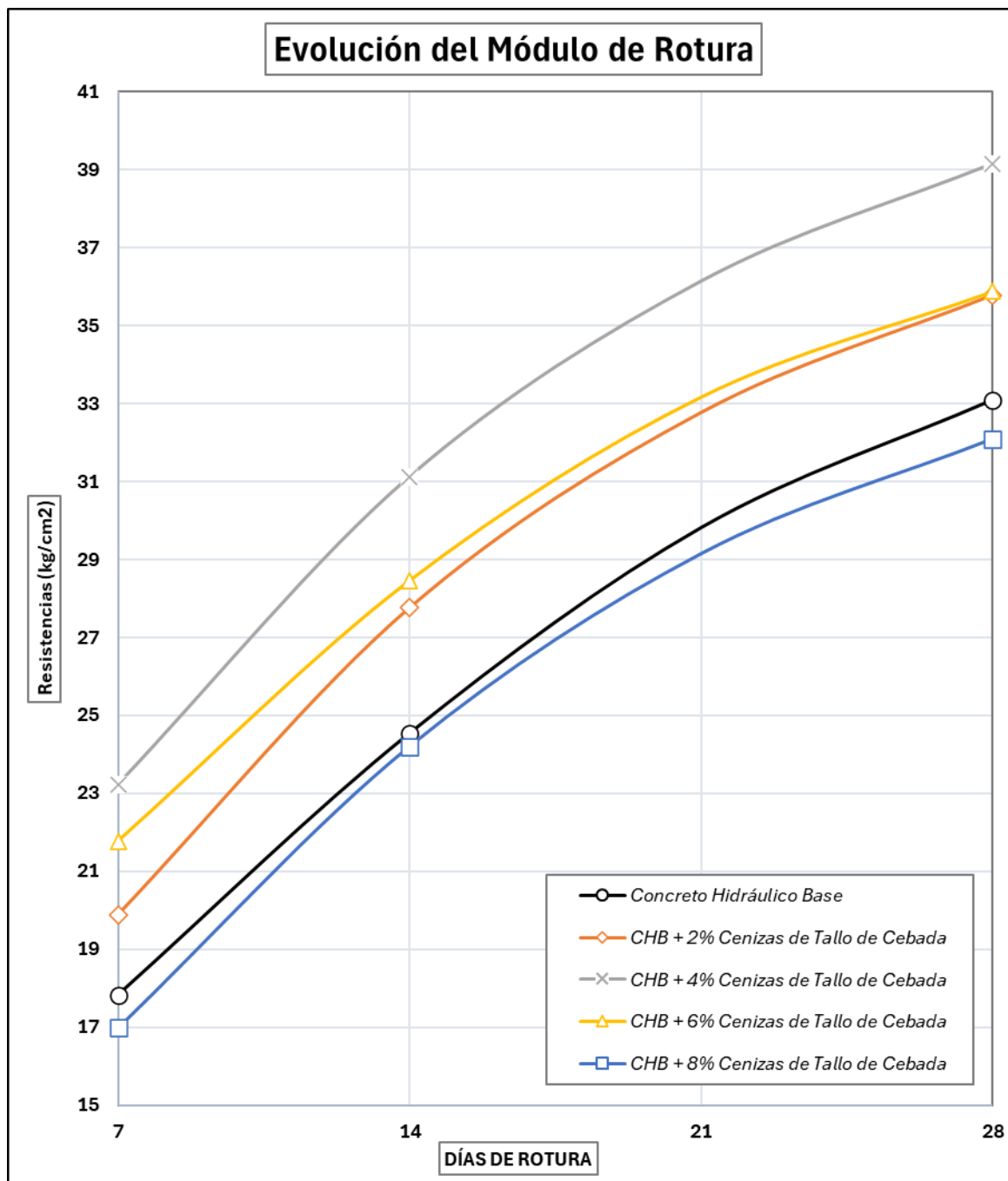
Se aprecia que la mayor resistencia es 31.13 kg/cm² lograda con el 4% de CTCE.

Figura 10*Comportamiento resistencias a la flexión a los 28 días*

Se aprecia la evolución de esfuerzos a la 4ta semana, en el que se observa que la resistencia alcanza su valor máximo en 39.16 kg/cm² con el 4% de adición de CTCE, y luego disminuye conforme se incrementa la cantidad de cenizas.

Figura 11

Comparación general del módulo de rotura a diferentes edades de curado



En la representación anterior se aprecia las evoluciones temporales de los diferentes grupos de experimentación del concreto hidráulico convencional y modificado, siendo la línea negra el concreto base, y por encima de ellos los grupos con mejor comportamiento, notándose que los grupos de 2%, 6% y 4% representan las mejores adiciones para el mejoramiento de los esfuerzos ante la aplicación de cargas en viguetas de tipo hidráulico.

4.2 Discusión de Resultados

En el trabajo realizado, se evaluó el efecto de la inclusión de ceniza (CTCE) sobre las cualidades de orden mecánico en concretos hidráulicos en la ciudad de Puno. Los valores alcanzados demuestran que, similar a estudios previos a nivel internacional y nacional, la incorporación de residuos agroindustriales, como las cenizas, tiene un efecto significativo sobre las características del concreto.

De acuerdo con los antecedentes internacionales, estudios como los de Oblitas et al. (2023) y Ibarra y Ladino (2023), demostraron que la sustitución parcial de cementos por ceniza de cascarilla de arroz o ceniza de bagazo de caña mejora el módulo de elasticidad y de rotura de los concretos, dependiendo de la proporción utilizada. En estos estudios, el rango óptimo de adición variaba entre el 5% y 15%, y se observó un comportamiento similar en términos de mejoramiento de las resistencias y trabajabilidades de los concretos, con la inclusión de aditivos para controlar la fluidez del material.

En el contexto nacional, la investigación de Mejía (2021), que evaluó la incorporación de cenizas, mostró que al reemplazar hasta un 5% del cemento, se lograban mejoras notables en los módulos de elasticidad y de rotura. Lo que coincide con nuestros hallazgos, donde los concretos con un 4% de cenizas de cebada alcanzó los mejores módulos de elasticidad a la 4ta semana de saturación, logrando valores superiores al concreto base, similar a los resultados obtenidos por Pretel (2023) en cuanto a las cualidades de orden físico y mecánico de los concretos.

Por otro lado, la investigación de Rodríguez y Montalván (2021), que se centró en la aplicación de cenizas de cascarillas de arroz, mostró que el 5% fue el porcentaje óptimo a fin del mejoramiento del módulo de elasticidad sin afectar la consistencia. Nuestros resultados concuerdan en que el 4% de CTCE proporcionó una mejora significativa, pero también destacamos que, al aumentar la proporción de ceniza más allá de este valor, como en el caso del 8%, se observó la reducción del módulo de elasticidad y de rotura, reflejando la tendencia mencionada en estudios previos.

A nivel local, Tintaya (2023) y Torres (2024) encontraron que el uso de ceniza de cebada también tuvo un efecto favorable sobre el módulo de elasticidad, destacando que en concentraciones de hasta el 5% se lograron mejoras. De manera similar, en nuestra investigación, los concretos con hasta un 6% de cenizas mostró una tendencia positiva en los módulos de elasticidad y de rotura, lo que refuerza la idea de que las cenizas de tallo de cebada son alternativas viables hacia el mejoramiento de las propiedades de orden mecánico de los concretos, como lo evidencian estos estudios nacionales.

Tabla 16

Discusión y/o comparación de resultados

Autor	Material	Porcentaje	Resultados
Ibarra y Ladino (2023)	Cenizas de bagazos de cañas de azúcar	5 % y 10 %	Ahorro económico significativo, sin comprometer propiedades mecánicas en grandes cantidades de hormigón
Romero y Urueta (2021)	Cenizas de cáscara de arroz (RHA)	10 % a 20 %	Mejora en la resistencia a la tracción y flexión, pero afecta la manejabilidad; uso de superplastificantes recomendado
Mejia (2021)	Ceniza de cáscara de cebada y paja de cebada	0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % y 25 %.	Disminución en trabajabilidad y peso específico con mayor sustitución, coste económico ligeramente más bajo. El 5% de remplazo del cemento fue el más óptimo
Pretel (2023)	Almidón de cebada	3 %, 5 %, 7 %	No mejora sustancial de la resistencia, no cumple con los requisitos para aumento aceptable de resistencia
Rodriguez y Montalvan (2021)	Cenizas de cáscaras de arroz	3 %, 5 %, 7 %, 9 %	Resistencia disminuye con mayores porcentajes de cenizas de cáscaras de arroz en comparación con el hormigón estándar
Tintaya (2023)	Ceniza de cebada	3 %, 5 %, 7 %	Disminución de tiempo de curado y trabajabilidad con adición superior al 5 %
Torres (2024)	Ladrillos triturados y cenizas de cebadas	3 %, 6 % (ladrillo), 4 %, 8 % (ceniza)	Mejora los módulos de elasticidad y de rotura con empleo de ladrillos triturados y cenizas de cebadas
Trabajo actual	Ceniza de tallos de cebada	2%, 4%, 6% y 8%	Mejora las propiedades de orden mecánico, en específico con una adición de 4%.



En cuanto a la trabajabilidad, el aumento de la proporción de cenizas redujo la fluidez de los concretos, como se observó en estudios previos, donde la adición de residuos agrícolas afectó la consistencia de la mezcla. Sin embargo, esto puede ser contrarrestado mediante el uso de aditivos superplastificantes, tal como se recomendó en la literatura revisada, para restaurar la trabajabilidad y evitar problemas durante la colocación del concreto en obra.

En tal sentido, los resultados de nuestra investigación coinciden en gran medida con los antecedentes previos y proporcionan evidencia adicional sobre los beneficios y limitaciones del uso de cenizas en la mejora de las cualidades de orden mecánico de los concretos de tipo hidráulico. La aplicación de hasta un 4% de ceniza de cebada es óptima hacia el mejoramiento de las cualidades de los concretos, mientras que mayores concentraciones pueden resultar en una disminución de la resistencia, lo que respalda las recomendaciones para un uso moderado de este material en la composición de concretos hidráulicos.

CONCLUSIONES

General, la incidencia de la adición de cenizas de tallo de cebada en proporciones controladas es significativa, ya que mejora las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Puno, notándose que el módulo de elasticidad incrementa en un 7%, mientras que el módulo de rotura mejora hasta en un 9%. El concreto con 4% de ceniza presentó los mejores resultados, además los grupos experimentales con adición de 2% también presentaron resultados favorables.

Primero, la influencia de la aplicación de cenizas de tallos de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la trabajabilidad del concreto hidráulico es considerable, debido a que afecta la trabajabilidad, reduciendo su consistencia a seca, conforme se incrementa la cantidad de ceniza, se aprecia una reducción en la trabajabilidad, con una reducción en el valor de Slump desde 3.97 pulgadas en el concreto base hasta 3.37 pulgadas en las mezclas con 8% de cenizas. Esto indica que, aunque las cenizas mejoran otras propiedades, puede hacer que el concreto sea más difícil de manejar o moldear.

Segundo, la influencia de la aplicación de cenizas de tallos de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en el módulo de elasticidad de concretos de tipo hidráulico es positiva, puesto que el concreto hidráulico base a la cuarta semana de curado llegó a un esfuerzo de promedio de 212.79 kg/cm^2 , favorablemente el concreto con 4% de ceniza alcanzó un máximo de 221.79 kg/cm^2 , asimismo, con la aplicación de 2% (216.79 kg/cm^2) y 6% (219.63 kg/cm^2) se supera la resistencia base, por el contrario, con la aplicación de 8% de cenizas, el módulo de elasticidad reduce y llega hasta por debajo del diseño, lo que demuestra que la cenizas mejoran los esfuerzos a compresión, sugiriendo su empleo en concentraciones moderadas.

Tercero, la influencia de la aplicación de cenizas de tallos de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en el módulo de rotura de concretos de tipo hidráulico es positiva,



debido a que los concretos de control o base a la cuarta semana de curado alcanzo a un esfuerzo de promedio de 33.10 kg/cm^2 , mejorando ello, los concretos con 4% de cenizas alcanzó un máximo de 39.16 kg/cm^2 , asimismo, con aplicaciones de 2% (35.78 kg/cm^2) y 6% (35.89 kg/cm^2) se supera el esfuerzo base, por el contrario, con la aplicación de 8% de cenizas, el módulo de rotura reduce y llega hasta por debajo del diseño, lo que demuestra que las cenizas de tallos de cebada mejoran los esfuerzos a flexotracción, siendo más eficaz en concentraciones bajas de aplicación.



RECOMENDACIONES

Primero, se recomienda realizar un seguimiento de la evolución de las cualidades de orden mecánico de concretos con aplicaciones de cenizas de tallo de cebada a largo plazo (más de 28 días), evaluando y/o controlando su durabilidad.

Segundo, se recomienda estudiar otras características de los concretos de tipo hidráulico, como las resistencias al impacto, módulo de elasticidad y durabilidad ante acciones de factores atmosféricos, para obtener una visión más integral de cómo las cenizas estudiadas pueden afectar el comportamiento del concreto en condiciones diversas.

Tercero, se recomienda investigar la aplicación de las cenizas de tallos de cebada en otras características de usos concretos, como los concretos de resistencias altas, concretos premezclados o concretos para estructuras específicas (pavimentos o elementos de gran carga), para evaluar si sus efectos son igualmente positivos en diversas aplicaciones.

Cuarto, se recomienda realizar un análisis económico y ambiental más detallado y/o profundo para evaluar los beneficios de usar cenizas de tallos de cebada en la industria de la construcción.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, B. M., Eusebio, M. O., Carlos, & Flavio, M. O., Juan. (2020). Metodología de la investigación. Métodos y técnicas. Grupo Editorial Patria.
- Aranda Villanueva, P. A. (2023). Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², con adiciones de cenizas de afrecho de cebada y cenizas de bagazo de caña de azúcar, Cajamarca 2023.
- Buitron Quispe, Y. (2023). Propiedades mecánicas de muros de albañilería con bloques de concreto modificado con cenizas de rastrojo de cebada, Chupaca, Junín 2022. Universidad Peruana Los Andes.
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/5711>
- Camargo Pérez, N. R. (2024). Evaluación uso ceniza de cascarilla del arroz reciclada para diseño de mezclas asfálticas y concreto hidráulico en el departamento de Casanare. <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/12858>
- Cauto, K. (2025). Influencia de las cenizas agroindustriales en las propiedades mecánicas de concreto con resistencia a la compresión de 220 kg/cm² aplicando el código ACI 211.1. <https://repositorio.upse.edu.ec/items/84344b79-8655-407f-b816-0cd62becffa1>
- Chavez Becerra, S. S. (2021). Propiedades físicas y mecánicas de unidades de adobe modificados con incorporación de cenizas de tallo de cebada, Cusco—2021.
- Chuquilin Vergara, M. L. (2024). Análisis de viabilidad del uso combinado de ceniza de madera roble y gránulos de silicio para concreto de pavimentos rígidos.
- Falcon Barrera, C. B. (2024). Efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm², Huacho –Huaura, 2023.
- Falcon Nestares, L. L. (2022). Propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico modificados con mucílago de huaraco en zonas altoandinas, Huancayo, Junín



2021.

Universidad

Continental.

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11791>

Fernandez Ramirez, C. G., & Ventocilla Celiz, E. J. (2024). Adición de ceniza de maíz y yeso para analizar la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², Santa María, 2023. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/9412>

Guevara Carrasco, E. K. (2024). Incidencia de la cenizas de rastrojo de paja en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto hidráulico. Universidad Peruana Los Andes. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/7174>

Holgado Chunca, H. B. (2022). Efectos de la adición de cal (NHL) y ceniza de tallo de cebada en las propiedades físicas – mecánicas del concreto, Cusco, 2022.

Huillca, A., Rodríguez, W., Huillca, A., & Rodríguez, W. (2024). Efectos de la Sustitución Parcial de Cemento por Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar en el Asentamiento y Resistencia a la Compresión del Concreto. Revista Politécnica, 54(2), 109-117. <https://doi.org/10.33333/rp.vol54n2.10>

Ibarra Andrade, K. N., & Ladino Aldana, B. D. (2023). Efecto en la resistencia a la compresión del concreto, por la adición de ceniza industrial de bagazo de caña de azúcar. <https://hdl.handle.net/11059/14998>

Jara Serrano, J. (2024). Módulo de elasticidad del concreto hidráulico con el reemplazo parcial de caliza natural como cementante.

Jijón Hernández, A. A., López Calvo, H. Z., Martínez Barrita, R., Jijón Hernández, A. A., López Calvo, H. Z., & Martínez Barrita, R. (2024). Evaluación de las propiedades mecánicas de concreto preparado con ARAT y CBC. Academia XXII, 15(29), 305-320. <https://doi.org/10.22201/fa.2007252xp.2024.15.29.88666>

Mallqui Sanchez, R. T. (2022). Influencia en las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=210$ Kg/Cm² al sustituir cemento por ceniza de tallo de tarwi, Huaraz – 2022.

Mejia Zulueta, J. E. (2021). Evaluación del concreto adicionando ceniza de tallo y espiga de cebada para reducir el porcentaje de cemento. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/165>

- Moscote Gil, J. P., & Torregroza Coronado, E. A. (2024). Reacción álcalis agregados en los concretos hidráulicos: Una aproximación con materiales de la Región Caribe Colombiana. <https://hdl.handle.net/11227/17639>
- Narváez, A., Diaz, C., Caicedo, A., & Muñoz, D. (2025). Incorporación de plástico PET como adición al concreto hidráulico para la fabricación de adoquines macizos de uso peatonal. <https://hdl.handle.net/20.500.14112/30794>
- Oblitas-Gastelo, B. E., Medina-Cardozo, I. I., Quintana, Á. I. R., & Jacinto-Huamanchumo, C. S. (2023). Influencia de las cenizas de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento utilizado para la elaboración del concreto: Una revisión de literatura. ITECKNE, 20(1), 58-67. <https://doi.org/10.15332/iteckne.v20i1.2920>
- Pimienta, J., Orden, A. de la, & Estrada, R. (2018). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.
- Pino, R. (2019). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.
- Pretel Castañeda, T. V. (2023). Propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición del 3%, 5% y 7% de almidón de cebada, Cajamarca 2023.
- Rodriguez Ruiz, L. E., & Montalvan Jimenez, Y. A. (2021). Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a compresión del concreto, San Martín—Perú 2021. <http://hdl.handle.net/20.500.14503/1483>
- Romero Villa, K. R., & Urueta Caballero, D. M. (2021). Análisis del efecto que produce el reemplazar un porcentaje de cemento en la matriz de concreto hidráulico por ceniza de cascarilla de arroz (cca). <https://hdl.handle.net/11227/12445>
- Sánchez Rivera, J. L., Alfaro Solano, F., Sánchez Rivera, J. L., & Alfaro Solano, F. (2025). Evaluación del efecto de la temperatura inicial de curado sobre la resistencia a la compresión uniaxial del concreto hidráulico. Revista ingeniería de construcción, 40(2), 1-9. <https://doi.org/10.7764/ric.00152.21>
- Serpas, J. D. L., & Aguirre, D. O. P. (2025). Propuesta de diseño de mezcla de concreto hidráulico con incorporación de fibra de pseudotallo de banano. <https://repositorio.unitec.edu/handle/123456789/13424>



- Tapia Cairampoma, S. (2025). Comparativo de acelerantes de fragua en losas de concreto hidráulico para pavimentos rígidos del distrito de Chilca. Universidad Peruana Los Andes. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/9775>
- Tintaya Quispe, C. L. (2023). Ceniza de Cebada en el Concreto F'c 210 kg/cm² de la Cantera Ramis, Huancané—Puno 2022.
- Torres Aduviri, E. E. (2024). Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional con ladrillo triturado y ceniza de cebada en la Ciudad de Juliaca. <https://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2900>
- Zapata Ortiz, J. C. (2025). Supervisión de la producción y vaciado de concreto hidráulico en el proyecto Vibratto a cargo de constructora Centro Sur: Análisis de la eficiencia y calidad del concreto premezclado y producido en obra mediante planta mezcladora. Trabajo de grado. <https://hdl.handle.net/10495/45244>



ANEXOS



Anexo. Matriz de consistencia

Título de tesis: INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿Cómo incide la adición de cenizas de tallo de cebada en proporciones controladas en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Puno?	Objetivo General: Evaluar la incidencia de la adición de cenizas de tallo de cebada en proporciones controladas en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Puno.	Hipótesis General: La adición de cenizas de tallo de cebada en proporciones controladas incidirá de manera significativa en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico en la ciudad de Puno, mejorando ciertas características como la resistencia.	Variable Independiente: Cenizas de tallo de cebada Dimensiones: Porcentaje de ceniza añadido al concreto hidráulico en 2%, 4%, 6% y 8 %.	Balanza, Calculadora.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
1. ¿De qué manera influye la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la trabajabilidad del concreto hidráulico? 2. ¿De qué manera influye la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la resistencia a compresión del concreto hidráulico? 3. ¿De qué manera influye la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la resistencia a flexión del concreto hidráulico?	1. Analizar la influencia de la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la trabajabilidad del concreto hidráulico. 2. Analizar la influencia de la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la resistencia a compresión del concreto hidráulico. 3. Analizar la influencia de la adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, en la resistencia a flexión del concreto hidráulico.	1. La adición de ceniza de tallo de cebada en porcentajes de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% mejorara la trabajabilidad del concreto hidráulico, incrementando su facilidad de mezcla y colocación, especialmente en los porcentajes más bajos. 2. La adición de ceniza de tallo de cebada en las proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% aumentara la resistencia a la compresión del concreto hidráulico, siendo más notable en los porcentajes intermedios (2% y 4%). 3. La adición de ceniza de tallo de cebada en proporciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% mejorara la resistencia a flexión del concreto hidráulico, con un incremento progresivo en las propiedades mecánicas a medida que se aumenta el porcentaje de ceniza.	Variable Dependiente: Propiedades mecánicas del concreto hidráulico Dimensiones: <i>Resistencia a la compresión</i> <i>Resistencia a flexión</i>	Prensa hidráulica

Anexo 3. Fotografías



Fotografía 1. Material empleado (tallo de cebada)



Fotografía 2. Cenizas de los tallos de cebada



Fotografía 3. Material granular para el contenido de humedad



Fotografía 4. Análisis granulométrico del agregado grueso



Fotografía 5. Análisis granulométrico del agregado fino



Fotografía 6. Peso unitario compacto



Fotografía 7. Mezcla de agregados y cemento



Fotografía 8. Pesaje del agua para la mezcla



Fotografía 9. Mezcla de agregados, cemento y agua



Fotografía 10. Colocación de mezcla al cono de Abrams



Fotografía 11. Quitado de molde de cono de Abrams



Fotografía 12. Medición del asentamiento



Fotografía 13. Colocación de mezcla en moldes de briquetas.



Fotografía 14. Curado de briquetas



Fotografía 15. Aplicación de carga axial a briquetas



Fotografía 16. Rotura de briquetas



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO: TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUÑO"
SOLICITANTE: LEMA ATENCIO, LUIS DARIO
MUESTRA: CANTERA TOTORANI AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA
FECHA: 08 DE SETIEMBRE DEL 2025

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

NORMA: ASTM C 33
ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A -Peso de muestra secada al horno	487.02
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B -Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
N° 8	91.42	18.28	18.28	81.72	Wc -Peso del picnómetro con agua	1395.57
N° 16	98.47	19.69	37.98	62.02	W -Peso del Pic. + muestra + agua	1700.13
N° 30	126.12	25.22	63.20	36.80	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	117.24	23.45	86.65	13.35	Wc+B =	1896
N° 100	52.40	10.48	97.13	2.87	Wc+B-W =	195
N° 200	9.65	1.93	99.06	0.94	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	2.56 gr/cm3
FONDO	4.70	0.94	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	500.00	100.00			B =	500.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	12.98
Mf = MODULO DE FINEZA					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	2.67 %
3.03						

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A -Peso de muestra secada al horno	781.45
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B -Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00
1"	63	2.10	2.10	97.90	Wc -Peso del picnómetro con agua	1395.57
3/4"	436	14.53	16.63	83.37	W -Peso del Picnómetro + muestra + agua	1884.95
1/2"	694	23.13	39.77	60.23	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	710	23.67	63.43	36.57	Wc+B =	2196
1/4"					Wc+B-W =	311
N° 4	1089	36.30	99.73	0.27	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	2.58 gr/cm3
FONDO	6.00	0.27	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	3000.00	100.00			B =	800.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	18.55
					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	2.37 %

OBSERVACIONES:

- Los ensayos fueron realizados por el bachiller con asistencia técnica del personal del laboratorio.
- Las muestras fueron tomadas por el bachiller.



UANCV - FICP
INGENIERÍA CIVIL

8004-00027317

Wladimir David Supa Pacori
Especialista del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO : TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO"

SOLICITANTE : LEMA ATENCIO, LUIS DARÍO

MUESTRA : CANTERA TOTORANI AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

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

FECHA : 08 DE SETIEMBRE DEL 2025

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

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 trabajará con cemento RUMI (Portland 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 (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos (gr/cm^3)		
P.e SSS (gr/cm^3)	2.58	2.56
P.e Bulk (gr/cm^3)		
P.U. Varillado (gr/cm^3)	1776	1779
P.U. Suelto (gr/cm^3)	1628	1707
Absorción (%)	2.37	2.67
Humedad Natural (%)	1.16	2.45
Modulo de Fineza	-	3.03

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 L/m³
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: 0.55
6. De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ L/m}^3) / (0.55) = 373 \text{ Kg/m}^3$$

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
Ing. Vivirán Darío Soto Pucari
Especialista en Bantecnia y Bantecnia
DIP 72712

8004-00027317



7. De acuerdo al módulo de finza del agregado fino = 3.03 el peso específico unitario del agregado

grueso vanillado-compactado de 1776 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.628 m³ de agregado grueso por m³ de concreto.

Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.628) \cdot (1776) = 1115 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= \left(\frac{205}{1000} \right) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= \left(\frac{373}{3.10 \cdot 1000} \right) = 0.120 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= \left(\frac{1115}{2.58 \cdot 1000} \right) = 0.433 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= \left(\frac{2.0}{100} \right) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.778 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.778) = 0.222 \text{ m}^3$$

$$(0.222) \cdot (2.56) \cdot 1000 = 567 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (1115) \cdot (1.0116) = 1128 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (567) \cdot (1.0245) = 581 \text{ Kg}$$

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:

$$205 - 1115 \cdot \left(\frac{1.16 - 2.37}{100} \right) - 567 \left(\frac{2.45 - 2.67}{100} \right) = 220$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN
	(Kg/m ³)	PESO SECO	(Kg/m ³)	PESO HÚMEDO
Cemento	373	1.00	373	1.00
Agua	205	0.55	220	0.59
Agreg. Grueso	1115	2.99	1128	3.03
Agreg. Fino	567	1.52	581	1.56
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.77. BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg
Agregado fino húmedo	66.26 Kg
Agregado grueso húmedo	128.65 Kg
Agua efectiva	25.06 Kg



UANCV - EICP
INGENIERÍA CIVIL

Ing. Wilfredo David Soto Páez
Especialista en Geotecnia y Edificaciones
CIP 72712

B004-00027317



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:

Redondeo

1.37 p³ de Arena

1.4 p³ de Arena

2.79 p³ de Grava

2.8 p³ de Grava

25 L de Agua

25 L de Agua

RECOMENDACIONES

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

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

OBSERVACIONES:

* Los ensayos fueron realizados por el bachiller con asistencia técnica del personal del laboratorio.

* Las muestras fueron tomadas por el bachiller.

UANCV - FICP
INGENIERÍA CIVIL
Ing. Wilfredo David Sapo pacari
Especialista en Geotecnia y Pavimentos
CIP. 72712

8004-00027317



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUÑO"

SOLICITANTE LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

MUESTRA CANTERA TOTORANI. AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

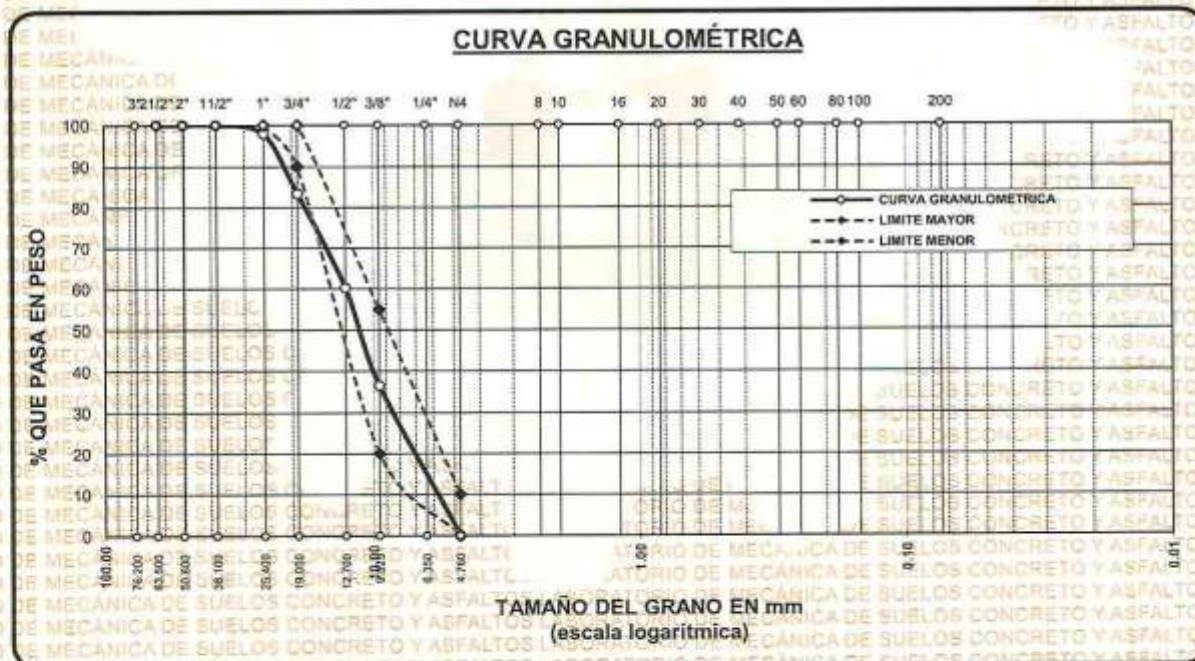
UBICACIÓN LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

FECHA 08 DE SETIEMBRE DEL 2025

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Inicial = 3000 gr
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		Tamaño máx. = 3/4"
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	63.00	2.10	2.10	97.90	100 %	
3/4"	19.050	436.00	14.53	16.63	83.37	90 - 100 %	
1/2"	12.700	694.00	23.13	39.77	60.23		
3/8"	9.525	710.00	23.67	63.43	36.57	20 - 55 %	
1/4"	6.350						
No4	4.760	1089.00	36.30	99.73	0.27	0 - 10 %	
BASE		8.00	0.20	0.0	100.0		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA		0.27					



OBSERVACIONES:

- * Los ensayos fueron realizados por el bachiller con asistencia técnica del personal del laboratorio.
- * Las muestras fueron tomadas por el bachiller.



B004-00027317



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO : TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUÑO"

SOLICITANTE : LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

MUESTRA : CANTERA TOTORANI - AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

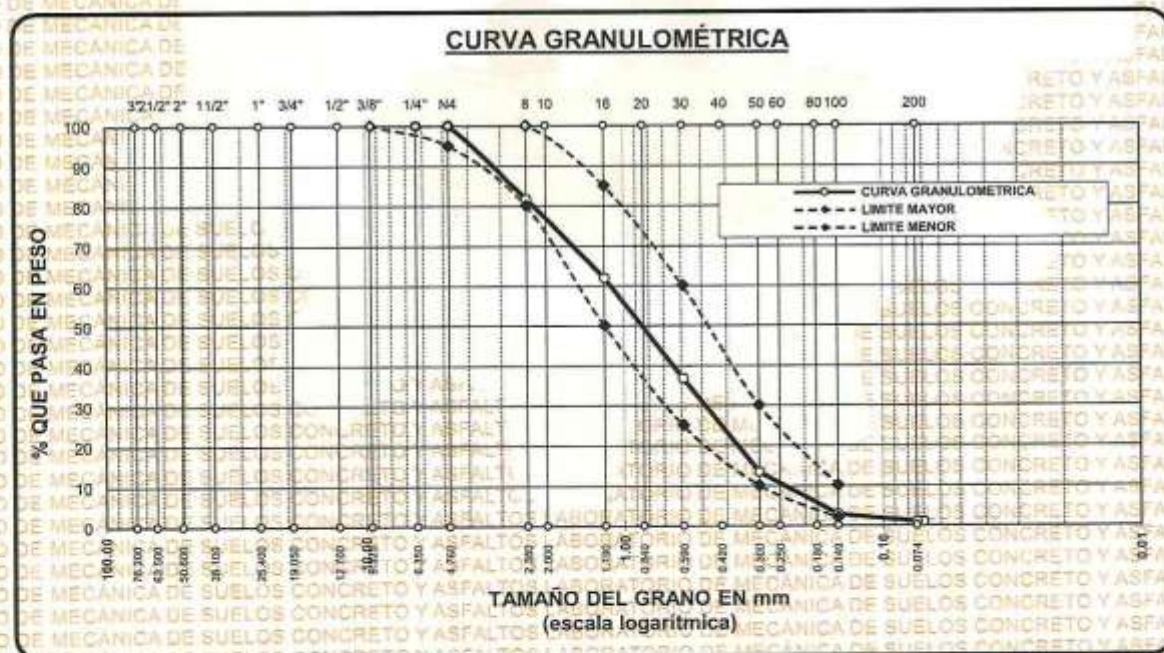
UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA

FECHA : 08 DE SETIEMBRE DEL 2025

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%RET.	% QUE	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PASA		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr
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 %	Módulo de Fineza = 3.03
No8	2.380	91.42	18.28	18.28	81.72		
No10	2.000						
No16	1.190	98.47	19.69	37.98	62.02	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	126.12	25.22	63.20	36.80	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	117.24	23.45	86.65	13.35	10 - 30 %	OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	52.40	10.48	97.13	2.87		
No200	0.074	9.65	1.93	99.06	0.94		
BASE		4.70	0.94	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		0.94					



OBSERVACIONES:

- * Los ensayos fueron realizados por el bachiller con asistencia técnica del personal del laboratorio.
- * Las muestras fueron tomadas por el bachiller.



UANCV - PISC
INGENIERÍA CIVIL

Ing. David Supanaco
Especialista en Geotecnia y Pavimentos
CIP 72713

B004-00027317



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO : TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO"

SOLICITANTE : LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

MUESTRA : CANTERA TOTORANI AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

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

FECHA : 08 DE SETIEMBRE DEL 2025

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

MUESTRA : ARENA	
Nº DE TARRO	3
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr)	411.69
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr)	401.83
PESO DEL TARRO (gr)	0.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr)	411.69
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr)	401.83
PESO DEL AGUA (gr)	9.86
HUMEDAD (%)	2.45

MUESTRA : GRAVA	
Nº DE TARRO	4
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr)	395.48
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr)	390.94
PESO DEL TARRO (gr)	0.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr)	395.48
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr)	390.94
PESO DEL AGUA (gr)	4.54
HUMEDAD (%)	1.16

OBSERVACIONES:

- * Los ensayos fueron realizados por el bachiller con asistencia técnica del personal del laboratorio.
- * Las muestras fueron tomadas por el bachiller.



B004-00027317



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO : TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO"
SOLICITANTE : LEMA ATENCIO, LUIS DARIO
MUESTRA : CANTERA TOTORANI AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV - JULIACA
FECHA : 08 DE SETIEMBRE DEL 2025

PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7985 gr	7985 gr	7985 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2863 cm ³	2863 cm ³	2863 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12676.00 gr	12637.00 gr	12629.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4691.00 gr	4652.00 gr	4644.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.638 gr/cm ³	1.625 gr/cm ³	1.622 gr/cm ³
PROMEDIO	1.628 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7985 gr	7985 gr	7985 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2863 cm ³	2863 cm ³	2863 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13094.00 gr	13068.00 gr	12968.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5109.00 gr	5083.00 gr	4983.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.784 gr/cm ³	1.775 gr/cm ³	1.740 gr/cm ³
PROMEDIO	1.767 gr/cm ³		

OBSERVACIONES:

- * Los ensayos fueron realizados por el bachiller con asistencia técnica del personal del laboratorio.
- * Las muestras fueron tomadas por el bachiller.

UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
Ing. Wladimir Chelva Siles Pacori
Especialista en Geotecnia y Pavimentos
CIP 72712

B004-00027317



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO : TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO"

SOLICITANTE : LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

MUESTRA : CANTERA TOTORANI. AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO.

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

FECHA : 08 DE SETIEMBRE DEL 2025

PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	6536 gr	6536 gr	6536 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	1979 cm ³	1979 cm ³	1979 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9824.00 gr	9963.00 gr	9958.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3288.00 gr	3427.00 gr	3422.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.661 gr/cm ³	1.732 gr/cm ³	1.729 gr/cm ³
PROMEDIO	1.707 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	6536 gr	6536 gr	6536 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	1979 cm ³	1979 cm ³	1979 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	10073.00 gr	10069.00 gr	10025.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3537.00 gr	3533.00 gr	3489.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.787 gr/cm ³	1.785 gr/cm ³	1.763 gr/cm ³
PROMEDIO	1.779 gr/cm ³		

OBSERVACIONES:

- Los ensayos fueron realizados por el bachiller con asistencia técnica del personal del laboratorio.
- Las muestras fueron tomadas por el bachiller.



UANCV - FCIP
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

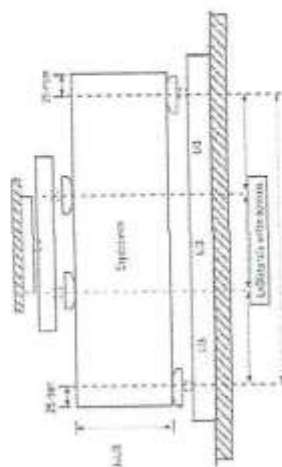
Ing. Wilfredo David Supo Pucari
Ingeniero Geotécnico y Asfalto

CPH 72712

B004-00027317



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

PROYECTO : TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO"

SOLICITANTE : LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

CANTERA : TOTORANI - AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

MUESTRA : CONCRETO PATRON

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO DE PUNO

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA APLICADA KN	BASE			ALTURA			LONGITUD			PROMEDIO			FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	ESFUERZO FLEXION (MPa) Kg/cm ²	EDAD DIAS	PROMEDIO RESISTENCIA FLEXION (MPa) Kg/cm ²
			b1 (mm)	b2 (mm)	b3 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	B (mm)	H (mm)	L (mm)					
1	VIGA - CONCRETO PATRON (150x150x50)	204.15	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	19.15	7	17.82
2	VIGA - CONCRETO PATRON (150x150x50)	197.04	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	17.59	7	
3	VIGA - CONCRETO PATRON (150x150x50)	199.35	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	17.72	7	
4	VIGA - CONCRETO PATRON (150x150x50)	271.79	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	24.15	14	24.55
5	VIGA - CONCRETO PATRON (150x150x50)	262.47	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	25.11	14	
6	VIGA - CONCRETO PATRON (150x150x50)	274.20	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	24.37	14	
7	VIGA - CONCRETO PATRON (150x150x50)	363.82	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	32.34	28	33.10
8	VIGA - CONCRETO PATRON (150x150x50)	373.81	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	33.23	28	
9	VIGA - CONCRETO PATRON (150x150x50)	379.37	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	33.72	28	

OBSERVACIONES: Las muestras fueron ensayadas en presencia del solicitante.



[Firma]
Ing. Mayra Arceza Ayala
INGENIERO CIVIL
CPN-111172
Esp. Gestión y Transporte



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

PROYECTO : TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO"

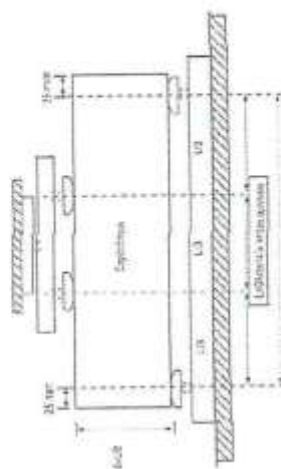
SOLICITANTE : LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

CANTERA : TOTORANI - AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

MUESTRA : CONCRETO PATRON + 2% DE CENIZA DE TALLO DE CEBADA

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO DE PUNO

FECHA : OCTUBRE DEL 2025



Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA APLICADA kN	BASE			ALTURA			LONGITUD			PROMEDIO			FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	ESFUERZO FLEXION mm Kg/cm ²	EDAD DIAS	PROMEDIO RESISTENCIA FLEXION mm Kg/cm ²
			b1 (mm)	b2 (mm)	b3 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	B (mm)	H (mm)	L (mm)					
1	VIGA - CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	214.88	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	19.10	7	19.89
2	VIGA - CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	234.30	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	20.83	7	
3	VIGA - CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	222.16	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	19.75	7	
4	VIGA - CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	310.80	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	27.63	14	27.76
5	VIGA - CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	315.32	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	28.03	14	
6	VIGA - CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	310.73	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	27.62	14	
7	VIGA - CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	404.20	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	35.93	28	35.78
8	VIGA - CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	401.62	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	35.70	28	
9	VIGA - CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	401.63	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	35.70	28	

OBSERVACIONES: Las muestras fueron ensayadas en presencia del solicitante.

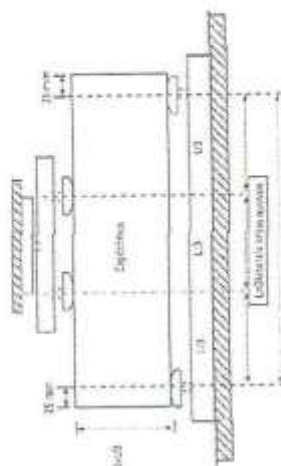


Ing. María José Alvarado Araya
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 112172
Esp. Geotecnia y Transporte



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

Quality Test
INGENIERÍA Y SERVICIOS E.I.R.L.



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

PROYECTO : TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO"

SOLICITANTE : LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

CANTERA : TOTORANI - AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

MUESTRA : CONCRETO PATRON + 4% DE CENIZA DE TALLO DE CEBADA

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO DE PUNO

FECHA : OCTUBRE DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA APLICADA kN	BASE			ALTURA			LONGITUD			PROMEDIO			FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	ESFUERZO FLEXION (MPa) Kg/cm ²	EDAD DÍAS	PROMEDIO RESISTENCIA FLEXION (MPa) Kg/cm ²
			b1 (mm)	b2 (mm)	b3 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	B (mm)	H (mm)	L (mm)					
1	VIGA - CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	266.58	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	23.79	7	23.23
2	VIGA - CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	257.52	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	22.89	7	
3	VIGA - CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	260.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	23.11	7	
4	VIGA - CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	347.53	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	30.89	14	31.13
5	VIGA - CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	352.61	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	31.34	14	
6	VIGA - CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	350.65	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	31.17	14	
7	VIGA - CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	428.63	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	38.10	28	39.16
8	VIGA - CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	444.52	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	39.51	28	
9	VIGA - CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	448.62	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	39.88	28	

OBSERVACIONES: Las muestras fueron ensayadas en presencia del solicitante.

Ing. Mayra Araya Ayaza
INGENIERO CIVIL
CIPN 123172
Esp. Geotecnia y Construcción



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

Quality Test
INGENIERIA Y SERVICIOS E.I.R.L.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

PROYECTO : TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO"

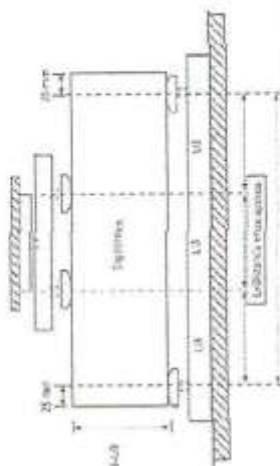
SOLICITANTE : LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

CANTERA : TOTORANI - AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

MUESTRA : CONCRETO PATRON + 6% DE CENIZA DE TALLO DE CEBADA

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO DE PUNO

FECHA : OCTUBRE DEL 2025



Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA APLICADA KN	BASE			ALTURA			LONGITUD			PROMEDIO			FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	ESFUERZO FLEXION (MPa) Kg/cm ²	EDAD DIAS	PROMEDIO RESISTENCIA FLEXION (MPa) Kg/cm ²
			b1 (mm)	b2 (mm)	b3 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	B (mm)	H (mm)	L (mm)					
1	VIGA - CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	254.80	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	22.65	7	21.78
2	VIGA - CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	240.38	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	21.37	7	
3	VIGA - CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	238.74	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	21.31	7	
4	VIGA - CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	326.51	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	29.02	14	28.47
5	VIGA - CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	318.68	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	28.33	14	
6	VIGA - CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	315.84	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	28.07	14	
7	VIGA - CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	407.94	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	36.25	28	35.89
8	VIGA - CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	400.88	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	35.63	28	
9	VIGA - CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	402.70	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	35.80	28	

Ing. Mary Luz Arceza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 311712
Exp. Control y transporte

OBSERVACIONES: Las muestras fueron ensayadas en presencia del solicitante.



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

Quality Test

INGENIERÍA Y SERVICIOS E.I.R.L.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

PROYECTO : TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUÑO"

SOLICITANTE : LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

CANTERA : TOTORANI - AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

MUESTRA : CONCRETO PATRON + 8% DE CENIZA DE TALLO DE CEBADA

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO DE PUÑO

FECHA : OCTUBRE DEL 2025



N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA APLICADA kN	BASE			ALTURA			LONGITUD			PROMEDIO			FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	ESFUERZO FLEXION mm Kg/cm ²	EDAD DIAS	PROMEDIO RESISTENCIA FLEXION mm Kg/cm ²
			b1 (mm)	b2 (mm)	b3 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	B (mm)	H (mm)	L (mm)					
1	VIGA - CONCRETO PATRON + 8% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	197.63	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	17.57	7	16.98
2	VIGA - CONCRETO PATRON + 8% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	150.94	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	16.96	7	
3	VIGA - CONCRETO PATRON + 8% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	184.69	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	16/09/2025	16.42	7	
4	VIGA - CONCRETO PATRON + 8% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	270.06	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	25/09/2025	24.01	14	24.21
5	VIGA - CONCRETO PATRON + 8% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	271.89	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	24.16	14	
6	VIGA - CONCRETO PATRON + 8% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	275.09	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	23/09/2025	24.45	14	
7	VIGA - CONCRETO PATRON + 8% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (150x150x50)	350.58	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	31.16	28	32.10
8	VIGA - CONCRETO PATRON + 8% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (149.97x150x50)	364.38	149.98	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	149.97	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	32.40	28	
9	VIGA - CONCRETO PATRON + 8% CENIZA DE TALLO DE CEBADA (149.95x150x50)	368.19	149.86	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	50.00	50.00	50.00	149.95	150.00	50.00	9/09/2025	7/10/2025	32.74	28	

OBSERVACIONES: Las muestras fueron ensayadas en presencia del solicitante.



Ing. Miguel Ángel Abadía
INGENIERO CIVIL
CIP N° 112172
Esp. Geotecnia y Transporte



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20607904261

ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

NTP 339.034, ASTM C 39

: TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUÑO"

PROYECTO

SOLICITANTE

CANTERA

MUESTRA

UBICACIÓN:

FECHA

: LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

: TOTORANI - AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

: CONCRETO PATRON

: DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO DE PUÑO

: OCTUBRE DEL 2025

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	EDAD DÍAS	DIÁMETRO		PROM. DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESIST. OBTENIDA (kg/cm ²)	f _c (%)
						mm	cm							
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON	9/09/2025	16/09/2025	210	7	150.00	15.00	15.00	30.00	176.71	264.05	26,925.18	152.37	72.56
						150.00	15.00							
						149.90	14.99							
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON	9/09/2025	16/09/2025	210	7	150.00	15.00	14.99	30.00	176.48	260.68	26,581.54	150.62	71.72
						149.70	14.97							
						150.00	15.00							
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON	9/09/2025	16/09/2025	210	7	148.80	14.88	14.62	30.00	167.87	248.96	25,386.45	151.23	72.01
						148.86	14.89							
						140.94	14.09							
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON	9/09/2025	23/09/2025	210	14	149.80	14.98	14.98	30.00	176.24	315.71	32,192.95	182.67	86.98
						150.00	15.00							
						149.52	14.95							
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON	9/09/2025	23/09/2025	210	14	150.00	15.00	15.00	30.00	176.71	310.93	31,705.53	179.42	85.44
						150.07	15.01							
						150.00	15.00							
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON	9/09/2025	23/09/2025	210	14	150.18	15.02	15.02	30.00	177.19	316.46	32,269.43	182.12	86.72
						150.00	15.00							
						150.42	15.04							
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON	9/09/2025	7/10/2025	210	28	149.64	14.96	14.98	30.00	176.24	367.84	37,508.64	212.83	101.35
						149.82	14.98							
						149.88	14.99							
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON	9/09/2025	7/10/2025	210	28	149.84	14.98	14.97	30.00	176.01	364.91	37,209.87	211.41	100.67
						149.37	14.94							
						149.83	14.98							
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON	9/09/2025	7/10/2025	210	28	149.84	14.98	14.95	30.00	175.54	368.63	37,589.20	214.13	101.97
						149.00	14.90							
						149.80	14.98							

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS (BRIQUETAS) FUERON MOLDEADAS POR EL SOLICITANTE.

Ing. Mayra Luz Arista Abaza
INGENIERO CIVIL
CAP N° 112172
Esp. Geotecnia y Transporte





ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

NTP 339.034, ASTM C 39

: TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUÑO"

PROYECTO

: LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

SOLICITANTE

: CANTERA TOTORANI - AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

CANTERA

: CONCRETO PATRON + 2% DE CENIZA DE TALLO DE CEBADA

MUESTRA

: DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO DE PUÑO

UBICACIÓN:

: OCTUBRE DEL 2025

FECHA

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MÓLDEO	FECHA DE ROTURA	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	EDAD DÍAS	DIÁMETRO		PROM. DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESIST. OBTENIDA (kg/cm ²)	f _c (%)
						mm	cm						
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	16/09/2025	210	7	149.83	14.98	14.99	30.00	176.48	269.73	155.85	74.21
	CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA					150.03	15.00						
						149.88	14.99						
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	16/09/2025	210	7	150.02	15.00	14.96	30.00	175.77	273.73	158.80	75.62
	CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA					148.93	14.89						
						149.88	14.99						
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	16/09/2025	210	7	150.00	15.00	14.93	30.00	175.07	271.69	158.25	75.36
	CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA					149.04	14.90						
						148.92	14.89						
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	23/09/2025	210	14	148.99	14.90	14.93	30.00	175.07	320.73	186.81	88.96
	CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA					148.95	14.90						
						150.00	15.00						
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	23/09/2025	210	14	150.02	15.00	14.97	30.00	176.01	319.62	185.17	88.18
	CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA					149.02	14.90						
						149.97	15.00						
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	23/09/2025	210	14	150.06	15.01	15.01	30.00	176.95	323.58	186.47	88.79
	CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA					150.05	15.01						
						150.00	15.00						
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	7/10/2025	210	28	150.05	15.01	15.34	30.00	184.82	392.62	216.62	103.15
	CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA					150.07	15.01						
						159.97	16.00						
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	7/10/2025	210	28	150.05	15.01	14.97	30.00	176.01	376.06	217.87	103.75
	CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA					149.06	14.91						
						149.88	14.99						
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	7/10/2025	210	28	150.03	15.00	14.99	30.00	176.48	373.63	215.88	102.80
	CONCRETO PATRON + 2% CENIZA DE TALLO DE CEBADA					149.82	14.98						
						150.00	15.00						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS (BRIQUETAS) FUERON MOLDEADAS POR EL SOLICITANTE.

Ing. Marycruz Alvarado Ayala
INGENIERO CIVIL
CIP N° 112172
Esp. Geotecnia y Transporte



ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

NTP 339.034, ASTM C 39

: TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUÑO"

PROYECTO

: LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

SOLICITANTE

: CANTERA TOTORANI - AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

CANTERA

: CONCRETO PATRON + 4% DE CENIZA DE TALLO DE CEBADA

MUESTRA

: DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO DE PUÑO

UBICACIÓN:

: OCTUBRE DEL 2025

FECHA

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	f _c DISEÑO (kg/cm ²)	EDAD DÍAS	DIAMETRO		PROM. DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	CARGA (KN)	CARGA (kg)	RESIST. OBTENIDA (kg/cm ²)	f _c (%)
						mm	cm							
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	16/09/2025	210	7	149.89	14.99	14.96	30.00	175.77	279.72	28,523.05	162.27	77.27
						148.79	14.88							
						150.03	15.00							
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	16/09/2025	210	7	149.88	14.99	15.00	30.00	176.71	283.18	28,875.86	163.41	77.81
						150.04	15.00							
						150.02	15.00							
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	16/09/2025	210	7	149.80	14.98	14.96	30.00	175.77	284.93	29,054.31	165.30	78.71
						148.93	14.89							
						150.00	15.00							
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	23/09/2025	210	14	150.04	15.00	15.00	30.00	176.71	333.61	34,018.21	192.51	91.67
						149.93	14.99							
						150.03	15.00							
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	23/09/2025	210	14	149.97	15.00	14.97	30.00	176.01	330.99	33,751.05	191.76	91.31
						148.91	14.89							
						150.07	15.01							
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	23/09/2025	210	14	149.97	15.00	15.00	30.00	176.71	333.68	34,023.35	192.55	91.69
						150.00	15.00							
						150.06	15.01							
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	7/10/2025	210	28	150.03	15.00	14.96	30.00	175.77	383.83	39,139.15	222.67	106.03
						149.83	14.98							
						148.97	14.90							
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	7/10/2025	210	28	150.00	15.00	14.96	30.00	175.77	380.65	38,814.88	220.83	105.16
						148.94	14.89							
						149.96	15.00							
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 4% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	7/10/2025	210	28	150.03	15.00	15.00	30.00	176.71	384.49	39,206.45	221.87	105.65
						150.00	15.00							
						150.00	15.00							

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS (BRIQUETAS) FUERON MOLDEADAS POR EL SOLICITANTE.

Ing. Mary Luz Quispe Acosta
INGENIERO CIVIL
CIP N° 112172
Exp. Geotecnia y Transporte





ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

NTP 339.034, ASTM C 39

TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO"

PROYECTO

SOLICITANTE

CANTERA

MUESTRA

UBICACIÓN:

FECHA

: LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

: CANTERA TOTORANI - AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

: CONCRETO PATRON + 6% DE CENIZA DE TALLO DE CEBADA

: DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO DE PUNO

: OCTUBRE DEL 2025

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	EDAD PÍAS	DIÁMETRO		PROM. DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESIST. OBTENIDA (kg/cm ²)	F _c (%)
						mm	cm						
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	16/09/2025	210	7	149.49	14.95	14.99	30.00	176.48	280.11	161.85	77.07
						150.07	15.01						
						149.95	15.00						
						148.94	14.89						
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	16/09/2025	210	7	150.03	15.00	14.96	30.00	175.77	278.04	161.30	76.81
						150.00	15.00						
						149.86	14.99						
						149.71	14.97						
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	16/09/2025	210	7	149.86	14.99	14.98	30.00	176.24	278.80	161.31	76.81
						150.03	15.00						
						149.89	14.99						
						150.00	15.00						
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	23/09/2025	210	14	150.07	15.01	15.00	30.00	176.71	330.62	190.78	90.85
						149.82	14.98						
						149.69	14.97						
						149.79	14.98						
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	23/09/2025	210	14	150.08	15.01	15.00	30.00	176.48	329.79	190.55	90.74
						150.12	15.01						
						150.05	15.01						
						149.95	15.00						
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	23/09/2025	210	14	149.99	15.00	15.00	30.00	176.71	330.02	190.44	90.68
						150.03	15.00						
						149.94	14.99						
						150.00	15.00						
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	7/10/2025	210	28	150.03	15.00	15.00	30.00	176.71	381.26	220.00	104.76
						149.94	14.99						
						150.00	15.00						
						150.03	15.00						
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	7/10/2025	210	28	150.03	15.00	15.00	30.00	176.71	380.19	219.39	104.47
						150.00	15.00						
						150.03	15.00						
						149.91	14.99						
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30 CONCRETO PATRON + 6% CENIZA DE TALLO DE CEBADA	9/09/2025	7/10/2025	210	28	149.89	14.99	14.99	30.00	176.48	379.89	219.50	104.52
						149.89	14.99						
						149.89	14.99						
						149.89	14.99						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS (BRIQUETAS) FUERON MOLDEADAS POR EL SOLICITANTE.

Ing. Mary Luz Abaza Apaza
INGENIERO CIVIL
CIP N° 112172
Esp. Geotecnia y Transporte





ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

NTP 339.034, ASTM C 39

: TESIS "INCIDENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUÑO"

PROYECTO

: LEMA ATENCIO, LUIS DARIO

SOLICITANTE

: CANTERA TOTORANI - AGREGADO FINO - AGREGADO GRUESO

CANTERA

: CONCRETO PATRON + 8% DE CENIZA DE TALLO DE CEBADA

MUESTRA

: DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO DE PUÑO

UBICACIÓN:

: OCTUBRE DEL 2025

FECHA

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	F _c DISEÑO [kg/cm ²]	EDAD DÍAS	DIÁMETRO		PROM. DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (KN)	CARGA (kg)	RESIST. OBTENIDA (kg/cm ²)	f _c (%)
						mm	cm							
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	16/09/2025	210	7	149.83	14.98	14.96	30.00	175.77	265.98	27,121.98	154.30	73.48
	CONCRETO PATRON + 8% CENIZA					148.92	14.89							
	DE TALLO DE CEBADA					150.00	15.00							
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	16/09/2025	210	7	149.82	14.98	14.99	30.00	176.48	267.81	27,308.59	154.74	73.69
	CONCRETO PATRON + 8% CENIZA					150.01	15.00							
	DE TALLO DE CEBADA					149.80	14.98							
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	16/09/2025	210	7	150.04	15.00	14.99	30.00	176.48	265.81	27,104.65	153.58	73.14
	CONCRETO PATRON + 8% CENIZA					149.95	15.00							
	DE TALLO DE CEBADA					149.84	14.98							
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	23/09/2025	210	14	149.99	15.00	15.00	30.00	176.71	312.72	31,888.06	180.45	85.93
	CONCRETO PATRON + 8% CENIZA					150.03	15.00							
	DE TALLO DE CEBADA					149.86	14.99							
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	23/09/2025	210	14	149.98	15.00	14.96	30.00	175.77	308.97	31,505.67	179.24	85.35
	CONCRETO PATRON + 8% CENIZA					148.90	14.89							
	DE TALLO DE CEBADA					149.91	14.99							
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	23/09/2025	210	14	150.05	15.01	14.97	30.00	176.01	310.28	31,639.25	179.76	85.60
	CONCRETO PATRON + 8% CENIZA					149.95	15.00							
	DE TALLO DE CEBADA					148.90	14.89							
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	7/10/2025	210	28	150.02	15.00	14.96	30.00	175.77	358.96	36,603.15	208.24	99.16
	CONCRETO PATRON + 8% CENIZA					148.92	14.89							
	DE TALLO DE CEBADA					150.02	15.00							
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	7/10/2025	210	28	150.00	15.00	14.96	30.00	175.77	359.30	36,637.82	208.44	99.26
	CONCRETO PATRON + 8% CENIZA					148.90	14.89							
	DE TALLO DE CEBADA					150.03	15.00							
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15 x 30	9/09/2025	7/10/2025	210	28	148.90	14.89	14.97	30.00	176.01	360.01	36,710.22	208.57	99.32
	CONCRETO PATRON + 8% CENIZA					150.00	15.00							
	DE TALLO DE CEBADA					150.08	15.01							

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS (BRIQUETAS) FUERON MOLDEADAS POR EL SOLICITANTE.

Ing. Mayra Araya Araya
INGENIERO CIVIL
CIP N° 112172
Esp. Geotecnia y Transporte





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 29-12-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: LUIS DARIO LEMA ATENCIO

Dirección: Jr. 4 DE JUNIO 517

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 47610009

Teléfono: 992 693 445 email: _____

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: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

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 CENIZAS DE TALLO DE CEBADA EN PROPORCIONES

CONTROLADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE PUNO

Palabras claves, (3 a 5 términos): CENIZAS DE TALLO DE CEBADA, CONCRETO HIDRÁULICO, PROPIEDADES MECÁNICAS,

¿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, entré 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

29-12-2025

Fecha