



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES  
FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL  
CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE  
CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:


**Bach. ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI**

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

:

  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA


**PRIMER MIEMBRO**

:

  
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

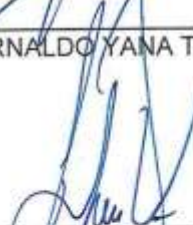
**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**ASESOR DE TESIS**

:

  
Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



**UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 986-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de setiembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 12624 presentado por el (la) Bachiller: ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI 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. ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en 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. MILTHON QUISPE HUANCA
- \* **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- \* **2do Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES

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

**ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Jueves 19 de setiembre del 2024
- \* **HORA** : 12:00 p.m.
- \* **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 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  
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 545-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 03 de julio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-07584 por el o (la) Bachiller: **ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 601- 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 105 - 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 o (la) Bachiller: **ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 105 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
.....  
**MILTON QUISPE HUANCA**  
DECANO  
CIP. 47790

  
UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
.....  
**Dr. Erain Carlos Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc,  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 309-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de mayo del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 05590, presentado el o (la) Bachiller ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 328 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 113 -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 o (la) Bachiller: ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI ha presentado su propuesta de investigación Títulado: **EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 113 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Títulado: **EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
UNIVERSIDAD ANDAHUAYLAS "NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
.....  
Dr. MILTON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
OFICINA DE INVESTIGACIÓN  
.....  
Dr. Elvira Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

### INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	12%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Mountain Lakes High School Trabajo del estudiante	<1%
6	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
7	1library.co Fuente de Internet	<1%



### Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Elias Elvis Torres Aduviri
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74020452
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0008-6358-4337">https://orcid.org/0009-0008-6358-4337</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8509-7224">https://orcid.org/0000-0001-8509-7224</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	41414676
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú          Departamento: Puno          Provincia: San Román          Distrito: Juliaca          Latitud: S 15° 29' 27"          Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/PAEvstH2rCu8SncP6">https://maps.app.goo.gl/PAEvstH2rCu8SncP6</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2024 - Setiembre 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<b>Ingeniería de materiales</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00</a> <b>Ingeniería de materiales</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.01</a>


  
 Dr. Eirain Pantoja Sosa  
 DIRECCIÓN  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI, identificado con DNI  
Nro. 74020452, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

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

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS  
DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO  
Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 09 de octubre del 2024

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)

  
Huella



## DEDICATORIA

*Primero que nada, quería dar mis más sinceros agradecimiento a las personas que fueron guías en mi camino.*



## AGRADECIMIENTO

*Agradezco con todo mi corazón a mis padres que me formaron de buena manera, que me dieron los valores y conocimientos durante todo este tiempo.*



## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>xv</b>

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

<b>1.1 Análisis de la situación problemática .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Planteamiento del problema .....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
<b>1.3 Objetivos de la investigación.....</b>	<b>3</b>
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
<b>1.4 Justificación de la investigación .....</b>	<b>3</b>
1.4.1 Justificación técnica.....	3
1.4.2 Justificación económica.....	4
1.4.3 Justificación social.....	4
1.4.4 Justificación ambiental.....	5
<b>1.5 Hipótesis de la investigación .....</b>	<b>5</b>
1.5.1 Hipótesis general.....	5
1.5.2 Hipótesis específicas.....	5
<b>1.6 Variables e indicadores .....</b>	<b>5</b>
1.6.1 Variable Independiente.....	5
1.6.2 Variable Dependiente.....	6
<b>1.7 Definición operativa y medición de las variables del estudio.....</b>	<b>6</b>



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

<b>2.1 Antecedentes de investigación.....</b>	<b>7</b>
2.1.1 Antecedentes internacionales .....	7
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	8
2.1.3 Antecedentes locales.....	9
<b>2.2 Bases teóricas.....</b>	<b>10</b>
2.2.1 Propiedades del concreto convencional.....	10
2.2.2 Ladrillo triturado como agregado.....	13
2.2.2.1 Proceso de trituración y características del ladrillo triturado .....	14
2.2.2.2 Influencia del ladrillo triturado en la resistencia y durabilidad del concreto	15
2.2.2.3 Estudios previos sobre el uso de ladrillo triturado en la construcción.....	16
2.2.2.4 Ventajas y desventajas de utilizar ladrillo triturado como agregado en el concreto.....	17
2.2.3 Ceniza de cebada como aditivo .....	19
2.2.3.1 Formación y composición de la ceniza de cebada .....	23
2.2.3.2 Efectos de la ceniza de cebada en las propiedades del concreto .....	24
2.2.3.3 Investigaciones anteriores sobre el uso de ceniza de cebada en la industria de la construcción .....	25
2.2.3.4 Potenciales beneficios ambientales y técnicos de utilizar ceniza de cebada como aditivo en el concreto.....	26
2.2.4 Evaluación comparativa de propiedades físicas.....	28
2.2.4.1 Comparación de la densidad del concreto convencional, con ladrillo triturado y con ceniza de cebada.....	29
2.2.4.2 Análisis de la porosidad y absorción de agua en los diferentes tipos de concreto.....	30
2.2.4.3 Otros aspectos físicos relevantes a evaluar y comparar entre los diferentes materiales.....	32
2.2.5 Evaluación comparativa de propiedades mecánicas.....	33
2.2.5.1 Estudio de la resistencia a la compresión del concreto convencional, con ladrillo triturado y con ceniza de cebada .....	35



2.2.5.2 Evaluación de la resistencia a la tracción y módulo de elasticidad en los diferentes tipos de concreto.....	35
2.2.5.3 Análisis de la durabilidad y resistencia al desgaste de los materiales.....	36
2.2.5.4 Otras propiedades mecánicas a considerar en la comparación de los distintos concretos .....	38
<b>2.3 Marco conceptual .....</b>	<b>40</b>
2.3.1 Agregados .....	40
2.3.2 Asentamiento.....	40
2.3.3 Cemento .....	40
2.3.4 Ceniza de cebada.....	40
2.3.5 Diseño de Mezclas.....	40
2.3.6 Granulometría.....	41
2.3.7 Ladrillo triturado .....	41

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1 Diseño de la investigación .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2 Método de la investigación .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3 Nivel y tipo de la investigación .....</b>	<b>43</b>
3.3.1 Nivel de la investigación.....	43
3.3.2 Tipo de la investigación .....	44
<b>3.4 Población y muestra de la investigación .....</b>	<b>44</b>
3.4.1 Población.....	44
3.4.2 Muestra.....	45
<b>3.5 Técnicas e instrumentos .....</b>	<b>46</b>
3.5.1 Técnicas .....	46
3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación .....	47
<b>3.6 Validación y confiabilidad del instrumento.....</b>	<b>47</b>
3.6.1 Validación de los instrumentos.....	47
3.6.2 Confiabilidad de instrumentos .....	48
<b>3.7 Plan de recolección y procesamiento de datos.....</b>	<b>49</b>
3.7.1 Procedimiento del desarrollo de plan de investigación .....	49
3.7.2 Etapa de campo.....	51



3.7.3	Etapa de laboratorio.....	52
3.7.4	Etapa de gabinete.....	58

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

<b>4.1</b>	<b>Resultados obtenidos de los ensayos .....</b>	<b>59</b>
4.1.1	Influencia del ladrillo triturado y ceniza de cebada sobre la trabajabilidad.....	65
4.1.2	Resistencia a la compresión de las muestras evaluadas CP, LT y CC.....	67
4.1.3	Resistencia a la flexión de las muestras evaluadas CP, LT y CC.....	89
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>115</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>116</b>
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>117</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Definición operativa y medición de las variables del estudio.....	6
<b>Tabla 2</b> Número total de especímenes para la prueba de compresión .....	46
<b>Tabla 3</b> Probetas ensayadas para resistencia a la flexión .....	46
<b>Tabla 4</b> Cuantificación de la humedad en los especímenes. ....	59
<b>Tabla 5</b> Resultados de pruebas de peso específico y absorción de los especímenes. ....	60
<b>Tabla 6</b> Medición del peso del agregado no consolidado .....	61
<b>Tabla 7</b> Determinación del peso por unidad del agregado en estado compactado. ....	61
<b>Tabla 8</b> Propiedades y características de los agregados utilizados. ....	63
<b>Tabla 9</b> Especificación de la dosificación de materiales para la elaboración del concreto .....	64
<b>Tabla 10</b> Asentamiento en diferentes especímenes: resumen de mediciones .....	65
<b>Tabla 11</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra standar-7 días. .	68
<b>Tabla 12</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ladrillo triturado 3% - 7 días. ....	69
<b>Tabla 13</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ladrillo triturado 6% - 7 días. ....	70
<b>Tabla 14</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ceniza de cebada 4% - 7 días.....	71
<b>Tabla 15</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ceniza de cebada 8% - 7 días.....	72
<b>Tabla 16</b> Informe de las resistencias medias obtenidas en los ensayos – 7 días.....	73
<b>Tabla 17</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra standar-14 días.	74
<b>Tabla 18</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ladrillo triturado 3% - 14 días. ....	76
<b>Tabla 19</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ladrillo triturado 6% - 14 días. ....	77
<b>Tabla 20</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ceniza de cebada 4% - 14 días.....	78



<b>Tabla 21</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ceniza de cebada 8% - 14 días.....	79
<b>Tabla 22</b> Informe de las resistencias medias obtenidas en los ensayos – 14 días.....	81
<b>Tabla 23</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra standar-28 días	82
<b>Tabla 24</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ladrillo triturado 3% - 28 días. ....	83
<b>Tabla 25</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ladrillo triturado 6% - 28 días. ....	84
<b>Tabla 26</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ceniza de cebada 4% - 28 días.....	86
<b>Tabla 27</b> Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ceniza de cebada 8% - 28 días.....	87
<b>Tabla 28</b> Informe de las resistencias medias obtenidas en los ensayos – 28 días.....	88
<b>Tabla 29</b> Resumen de resistencias a la flexión de la muestra patrón 7 días.....	90
<b>Tabla 30</b> Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ladrillo triturado 3% 7 días .....	91
<b>Tabla 31</b> Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ladrillo triturado 6% 7 días .....	92
<b>Tabla 32</b> Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ceniza de cebada 4% 7 días.....	93
<b>Tabla 33</b> Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ceniza de cebada 8% 7 días.....	95
<b>Tabla 34</b> Resumen de resistencias a la flexión de la muestra patrón 14 días.....	96
<b>Tabla 35</b> Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ladrillo triturado 3% 14 días .....	97
<b>Tabla 36</b> Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ladrillo triturado 6% 14 días .....	99
<b>Tabla 37</b> Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ceniza de cebada 4% 14 días.....	100
<b>Tabla 38</b> Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ceniza de cebada 8% 14 días.....	101
<b>Tabla 39</b> Reporte de resistencias a la flexión de la muestra control a 28 días.....	103



<b>Tabla 40</b> Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ladrillo triturado 3% 28 días .....	104
<b>Tabla 41</b> Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ladrillo triturado 6% 28 días .....	105
<b>Tabla 42</b> Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ceniza de cebada 4% 28 días .....	107
<b>Tabla 43</b> Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ceniza de cebada 8% 28 días .....	108
<b>Tabla 44</b> Resumen de las resistencias a los 28 días .....	110
<b>Tabla 45</b> Porcentaje de cumplimiento de resistencias a la flexión en relación con el diseño .....	111



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mapa ubicación de la ciudad de Juliaca .....	45
<b>Figura 2</b> Ladrillo triturado .....	50
<b>Figura 3</b> Ceniza de cebada .....	51
<b>Figura 4</b> Distribución de tamaños de partículas del agregado grueso. ....	62
<b>Figura 5</b> Distribución de tamaños de partículas del agregado fino. ....	62
<b>Figura 6</b> Distribución de los componentes en el diseño de la mezcla.....	64
<b>Figura 7</b> Análisis de asentamientos logrados en las muestras .....	66
<b>Figura 8</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra modelo tras una semana.....	68
<b>Figura 9</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con LT 3% - 7 días. ....	69
<b>Figura 10</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con LT 6% - 7 días.....	70
<b>Figura 11</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con CC 4% - 7 días.....	71
<b>Figura 12</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con CC 8% - 7 días.....	72
<b>Figura 13</b> Contraste de los valores de resistencia a los 7 días.....	73
<b>Figura 14</b> Estudio contrastado de los resultados de resistencia en la muestra base - 14 días.....	75
<b>Figura 15</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con LT 3% - 14 días.....	76
<b>Figura 16</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con LT 6% - 14 días.....	78
<b>Figura 17</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con CC 4% - 14 días.....	79



<b>Figura 18</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con CC 8% - 14 días.....	80
<b>Figura 19</b> Valoración comparativa de las resistencias logradas al cabo de 14 días .....	81
<b>Figura 20</b> Estudio contrastado de los resultados de resistencia en la muestra base - 28 días.....	83
<b>Figura 21</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con LT 3% - 28 días.....	84
<b>Figura 22</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con LT 6% - 28 días.....	85
<b>Figura 23</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con CC 4% - 28 días.....	86
<b>Figura 24</b> Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con CC 8% - 28 días.....	88
<b>Figura 25</b> Comparativa de las resistencias - 28 días .....	89
<b>Figura 26</b> Comparativa de las resistencias a la flexión de las muestras patrón 7 días ..	90
<b>Figura 27</b> Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con LT 3% 7 días .....	91
<b>Figura 28</b> Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con LT 6% 7 días .....	93
<b>Figura 29</b> Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con CC 4% 7 días .....	94
<b>Figura 30</b> Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con CC 8% 7 días .....	95
<b>Figura 31</b> Comparativa de las resistencias a la flexión de las muestras patrón 14 días	96
<b>Figura 32</b> Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con LT 3% 14 días .....	98
<b>Figura 33</b> Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con LT 6% 14 días .....	99
<b>Figura 34</b> Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con CC 4% 14 días .....	101
<b>Figura 35</b> Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con CC 8% 14 días .....	102



<b>Figura 36</b> Comparativa de las resistencias a la flexión de las muestras patrón 28 días .....	103
<b>Figura 37</b> Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con LT 3% 28 días .....	105
<b>Figura 38</b> Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con LT 6% 28 días .....	106
<b>Figura 39</b> Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con CC 4% 28 días .....	108
<b>Figura 40</b> Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con CC 8% 28 días .....	109
<b>Figura 41</b> Estudio comparativo de las resistencias a flexión alcanzadas en 28 días ...	110
<b>Figura 42</b> Comparación de los porcentajes de fuerza flexural alcanzada .....	112



## RESUMEN

El estudio titulado "Evaluación Comparativa de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Convencional con Ladrillo Triturado y Ceniza de Cebada en Juliaca" necesita financiamiento para avanzar en la generación de datos innovadores. La metodología utiliza un enfoque cuantitativo aplicado que incluye componentes descriptivos y explicativos, diseño experimental y técnicas de investigación científica. Además, se realizaron evaluaciones de cualidades físicas y mecánicas utilizando ladrillo triturado y ceniza de cebada en concentraciones de 3% y 6%, y 4% y 8%, respectivamente, para cada material. La adición de materiales adicionales, concretamente ladrillo triturado en concentraciones del 3% y 6%, dio como resultado una reducción en la trabajabilidad del concreto a 3,64 pulgadas y 3,54 pulgadas, respectivamente. Sin embargo, el menor valor alcanzado por las adiciones fue la ceniza de cebada, que alcanzó 3,51", manteniéndose dentro de los límites especificados. El uso de una mezcla de ladrillo triturado y ceniza de cebada, en diferentes proporciones dentro del hormigón, ha demostrado un efecto positivo en la compresión. La muestra original demostró una resistencia de 213,21 kg/cm<sup>2</sup> sin embargo, la adición de 6% de ladrillo triturado aumentó la resistencia a 225,79 kg/cm<sup>2</sup>. El uso de 6% de ladrillo triturado y 8% de ceniza de cebada mejoró la resistencia a la flexión. El hormigón convencional tuvo una resistencia media de 27,41 kg/cm<sup>2</sup>, pero la probeta con mayor contenido de ladrillo triturado alcanzó un valor máximo de 28,81 kg/cm<sup>2</sup>.

**Palabras clave:** Ladrillo triturado, Ceniza, Cebada, resistencia a compresión.



## ABSTRACT

The study titled "Comparative Evaluation of the Physical and Mechanical Properties of Conventional Concrete with Crushed Brick and Barley Ash in Juliaca" needs funding to progress the generation of innovative data. The methodology utilizes an applied quantitative approach including descriptive and explanatory components, experimental design, and scientific research techniques. Additionally, evaluations of physical and mechanical qualities were performed using crushed brick and barley ash at concentrations of 3% and 6%, and 4% and 8%, respectively, for each material. The addition of extra materials, namely crushed brick at concentrations of 3% and 6%, resulted in a reduction in concrete workability to 3.64 inches and 3.54 inches, respectively. Nevertheless, the least value achieved by the additions was barley ash, which reached 3.51", keeping within the specified limits. The use of a mixture of crushed brick and barley ash, in different ratios inside the concrete, has shown a positive effect on compressive strength. The original sample demonstrated a resistance of 213.21 kg/cm<sup>2</sup>; however, the addition of 6% crushed brick increased the resistance to 225.79 kg/cm<sup>2</sup>. The use of 6% crushed brick and 8% barley ash improved the flexural strength of the concrete. The conventional concrete had an average strength of 27.41 kg/cm<sup>2</sup>, but the specimen with increased crushed brick content reached a maximum value of 28.81 kg/cm<sup>2</sup>.

**Key words:** Crushed brick, Ash, Barley, compressive strength.



## INTRODUCCIÓN

La demanda de concreto en la ciudad de Juliaca ha mostrado un crecimiento constante, dado que se ha convertido en un material esencial, caracterizado por su capacidad para soportar cargas elevadas y su eficiencia en soluciones estructurales. No obstante, el interés en mejorar continuamente las propiedades físicas y mecánicas del concreto ha impulsado la exploración de nuevas mezclas y aditivos que puedan optimizar sus atributos fundamentales.

En este contexto, la inclusión de fibra de vidrio, conocida por sus destacadas propiedades de resistencia, surge como una opción prometedora para potenciar el rendimiento del concreto. Asimismo, la incorporación de un aditivo que introduce aire al material ofrece ventajas adicionales en términos de durabilidad y adaptabilidad, sobre todo en entornos con temperaturas bajas, como las que predominan en nuestra región, al mejorar la trabajabilidad del concreto en estos climas.

**Capítulo I:** En este apartado se aborda la problemática principal que motiva el estudio, estableciendo las bases teóricas y conceptuales que justifican su relevancia. Además, se detallan los objetivos de la investigación y se lleva a cabo un análisis riguroso de los factores tecnológicos y económicos que intervienen en la formulación de la hipótesis central que orientará el estudio.

**Capítulo II:** Este capítulo ofrece una síntesis clara del marco teórico y las ideas clave que sustentan la investigación. Se desarrolla una teoría integradora que unifica diversas posturas teóricas y establece una base sólida para el análisis. El marco conceptual se fragmenta en secciones más pequeñas para facilitar su comprensión y proporcionar una visión coherente de la investigación en su totalidad.

**Capítulo III:** El tercer capítulo se enfoca en la planificación de la investigación, proporcionando una descripción detallada de la metodología que se utilizará. Se



especifican los procedimientos y técnicas de recolección de datos que serán implementados a lo largo del proyecto.

implicancias prácticas que estos hallazgos aportan al campo.

.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel mundial, el proceso de evaluación de materiales de construcción según los estándares establecidos es un método generalizado y crucial para garantizar la excelencia y la seguridad de los edificios en todo el mundo. La comunidad internacional se centra en gran medida en evaluar las características físicas y mecánicas del concreto convencional y el ladrillo triturado en diversas condiciones climáticas y geográficas. Esto abarca exámenes de la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción y la resistencia a las influencias químicas y ambientales, entre otros atributos. Las evaluaciones ofrecen información vital a ingenieros y constructores en la elección del material más adecuado para cada proyecto. (Helmy et al., 2023)

En Perú, el enfoque principal de los estudios a nivel nacional es predominantemente la evaluación de materiales de construcción. Esta es una tarea importante y crucial considerando la diversa topografía y clima del país. Para comprender completamente las características del concreto convencional y la ceniza de cebada, es fundamental tener un conocimiento profundo de sus reacciones en las condiciones ambientales específicas presentes en diversas partes del Perú. Además, en la selección del material más adecuado para cada proyecto constructivo influyen aspectos como la



accesibilidad de los recursos y su rentabilidad. Para garantizar la seguridad y la longevidad de los edificios construidos, es esencial realizar evaluaciones comparativas que tengan en cuenta las condiciones locales y los requisitos nacionales. (Alegría & Lago, 2021)

El análisis local se centra en Juliaca, una ciudad situada en la región montañosa de Puno. Juliaca encuentra dificultades distintivas debido a sus circunstancias climáticas y topográficas. Al evaluar la idoneidad de los materiales de construcción, es fundamental tener en cuenta las bajas temperaturas, las fluctuaciones significativas de temperatura y los altos niveles de humedad. El concreto convencional puede presentar limitaciones en términos de resistencia y durabilidad, particularmente cuando se somete a variaciones de humedad y temperatura. Sin embargo, la resina epoxi posee características ventajosas que la hacen muy adecuada para este escenario particular, incluida una mayor resistencia a la corrosión y la capacidad de resistir movimientos sísmicos con más flexibilidad. Sin embargo, es imperativo realizar investigaciones específicas del sitio para evaluar las ventajas reales que estas características brindan a las estructuras de Juliaca. (Tintaya, 2023)

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 *Problema general.*

¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional con la incorporación de ladrillo triturado y ceniza de cebada en la ciudad de Juliaca?

### 1.2.2 *Problemas específicos*

1. ¿Cuáles serán los efectos de la incorporación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en el asentamiento de la mezcla de concreto convencional de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Juliaca?



2. ¿Cuál es la influencia de la aplicación de ladrillo triturado y ceniza de cebada en la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Juliaca?
3. ¿Cuál es la influencia de la aplicación de ladrillo triturado y ceniza de cebada en la resistencia a la flexión del concreto convencional de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Juliaca?

## 1.3 Objetivos de la investigación

### 1.3.1 *Objetivo general*

Determinar la incidencia de la incorporación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional en la ciudad de Juliaca.

### 1.3.2 *Objetivos específicos.*

1. Determinar los efectos de la incorporación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en el asentamiento de la mezcla de concreto convencional de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Juliaca.
2. Determinar la influencia de la aplicación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Juliaca.
3. Determinar la influencia de la aplicación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en la resistencia a la flexión del concreto convencional de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la ciudad de Juliaca.

## 1.4 Justificación de la investigación

### 1.4.1 *Justificación técnica*

El uso de materiales alternativos como el ladrillo triturado y la ceniza de cebada en la formulación del concreto ofrece una vía prometedora para mejorar sus propiedades



físicas y mecánicas. Técnicamente, la investigación pretende demostrar cómo estos componentes pueden potenciar la resistencia y durabilidad del concreto, al mismo tiempo que optimizan su comportamiento frente a cargas estructurales. Este enfoque permite no solo evaluar la eficiencia de estos materiales en comparación con un concreto convencional, sino también explorar nuevas posibilidades para el desarrollo de concretos más adaptables a las condiciones específicas de Juliaca, donde las temperaturas y características del terreno imponen desafíos únicos.

#### **1.4.2 Justificación económica.**

Incorporar materiales locales como el ladrillo triturado y la ceniza de cebada en la producción de concreto podría reducir los costos asociados a la obtención de insumos tradicionales. La ceniza de cebada, un subproducto agrícola abundante en la región, y el ladrillo reciclado son opciones de bajo costo en comparación con los agregados convencionales.

#### **1.4.3 Justificación social.**

Desde una perspectiva social, la utilización de materiales alternativos promueve el desarrollo sostenible de la comunidad local, generando nuevas oportunidades laborales en el manejo y procesamiento de estos recursos. El aprovechamiento de subproductos agrícolas como la ceniza de cebada podría beneficiar a los agricultores locales, creando sinergias entre los sectores agrícola y de la construcción. Además, al promover prácticas constructivas más sostenibles, se contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de la población, al ofrecer viviendas más asequibles y resistentes, adaptadas a las necesidades y condiciones de la región de Juliaca.



#### **1.4.4 Justificación ambiental.**

El empleo de ceniza de cebada y ladrillo triturado como componentes del concreto aporta un beneficio ambiental al reducir la explotación de recursos naturales no renovables y minimizar la generación de residuos. La reutilización de materiales reciclados disminuye el volumen de desechos en vertederos y reduce la huella de carbono asociada a la producción de cemento, que es una de las actividades más contaminantes de la industria de la construcción. Además, se fomenta el uso de materiales ecológicos, contribuyendo a la mitigación de los impactos ambientales en un contexto donde la sostenibilidad es cada vez más crucial para el desarrollo regional.

### **1.5 Hipótesis de la investigación**

#### **1.5.1 Hipótesis general**

El uso del ladrillo triturado y ceniza de cebada mejoran significativamente las propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Juliaca.

#### **1.5.2 Hipótesis específicas.**

1. La incorporación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en el concreto convencional mejorara significativamente el asentamiento de la muestra.
2. La incorporación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en proporciones variables sobre la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la ciudad de Juliaca son positivos.
3. La incorporación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en proporciones variables sobre la resistencia a la flexión de un concreto convencional en la ciudad de Juliaca son positivos.

### **1.6 Variables e indicadores**

#### **1.6.1 Variable Independiente**

Ladrillo triturado y ceniza de cebada

**Indicadores:**

Dosificación de la ladrillo triturado y ceniza de cebada

## 1.6.2 Variable Dependiente

Propiedades físicas y mecánicas

**Indicadores:**

- trabajabilidad
- Resistencia a la compresión del concreto
- Resistencia a la flexión

## 1.7 Definición operativa y medición de las variables del estudio.

Tabla 1

*Definición operativa y medición de las variables del estudio*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION
<b>LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ladrillo triturado se adquiere mediante el proceso de aplastar ladrillos cerámicos o de arcilla hasta convertirlos en un polvo fino.</li> <li>• La ceniza de cebada es el residuo inorgánico que queda tras la quema de cebada u otros cereales.</li> </ul>	Proporción del ladrillo triturado y ceniza de cebada.	Dosificación del 3% y 6% de la ladrillo triturado con respecto al peso del cemento	Plantilla para recopilar datos mediante
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION
<b>PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS</b>	La capacidad de carga y la resistencia a la deformación del concreto, El concreto presenta características que están directamente relacionadas con su composición y comportamiento.	-Propiedades físicas -Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de mezcla</li> <li>• Resistencia a la flexión del concreto con resina epoxi.</li> </ul>	Laboratorio de Suelos-Método de ensayo normalizado



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

#### 2.1 Antecedentes de investigación

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Según Zhang et al., (2021) Estudiaron en "Evaluación del desempeño de una mezcla reciclada estabilizada con cemento con agregado de concreto reciclado y ladrillo triturado" A continuación, se llevó a cabo una secuencia de ensayos de resistencia a la compresión no confinada, ensayos de resistencia a la rotura y ensayos de módulo de compresión utilizando cinco proporciones diferentes de peso de árido reciclado (0%, 25%, 50%, 75%, 100%). Se realizó un análisis de tres relaciones distintas de RCB/RCA (1:9, 3:7, 5:5) para cada grado de contenido de AR. Posteriormente, se empleó el enfoque de conjuntos difusos para clasificar estos esquemas y evaluar las propiedades mecánicas de las probetas. Existe una relación directa entre las cualidades mecánicas de las mezclas estabilizadas con cemento y la cantidad de árido reciclado (AR) presente. Concretamente, al 25% y al 50% de AR, los valores mecánicos muestran una correlación lineal. Sin embargo, se produce un descenso significativo de estas propiedades cuando la proporción de AR aumenta del 50% al 75%. Las prestaciones del pavimento descienden progresivamente a medida que aumenta la cantidad de asfalto reciclado (AR), mientras que disminuye el impacto del contenido de concreto recuperado (HRC). Tras analizar los resultados de los ensayos de retracción en seco y por temperatura, se ha determinado que



la proporción máxima aceptable de árido reciclado (AR) en la construcción de carreteras no debe superar el 50%. Además, la proporción de bloques de concreto reciclado (RCB) respecto al árido de concreto reciclado (RCA) no debe ser superior a 3:7. Ajustando la dosificación de cemento al 4%, la subbase de las autovías y autopistas de primera clase de China puede satisfacer las normas exigidas.

## 2.1.2 Antecedentes nacionales

Para Zamora Diaz, (2023) El objetivo principal de esta investigación "Efecto de la resistencia y durabilidad del concreto al reemplazar ladrillo triturado" En la actualidad, el sector de la construcción está experimentando un crecimiento sustancial. Sin embargo, se reconoce ampliamente que es una de las industrias más perjudiciales para el medio ambiente a escala mundial, especialmente debido a las extensas actividades de extracción de áridos para la construcción. En los últimos tiempos, los expertos han buscado activamente sustitutos ecológicos, como los ladrillos desmenuzados, y han emprendido investigaciones para mejorar los componentes utilizados en las mezclas de concreto. En consecuencia, se ha observado una mejora significativa de la resistencia tras un periodo de 28 días. El objetivo de este estudio es evaluar el impacto de la potencia y la longevidad del concreto. Se realizó un análisis comparativo para evaluar las propiedades del concreto convencional con una resistencia a la compresión de 175 kg/cm<sup>2</sup> y del concreto experimental, en el que el árido fino se sustituyó por ladrillo triturado en proporciones del 10%, 20% y 30%. Basándose en los resultados, se aconseja incorporar un 10% de ladrillo triturado como sustituto de una fracción del árido fino en el concreto, con el fin de alcanzar una resistencia a la compresión de 175 kg/cm<sup>2</sup>. Esta sustitución mejora la resistencia a la compresión, la durabilidad y las propiedades en fresco del concreto.

Según Apaza & Salcedo, (2019) El objetivo de este proyecto, denominado " Influencia de la Ceniza de Hoja de Maíz, Cáscara de Cebada y Bagazo de Caña de Azúcar



(Materiales Puzolánicos Artificiales), Como Sustitutos Parciales del Cemento en la Resistencia del Concreto Para Diseños:  $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$  y  $f'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$  en la Ciudad de Arequipa ", El objetivo era pulverizar el producto final hasta obtener una consistencia fina utilizando una trituradora doméstica convencional y, posteriormente, colarlo sobre un tamiz con orificios de 50 mallas. Este proceso transforma las cenizas procedentes de la incineración en un producto artificial con propiedades puzolánicas, que puede ser evaluado por su capacidad para soportar la compresión. Para ello, se generaron probetas de referencia, así como probetas conteniendo diferentes proporciones (5%, 10%, 15% y 20%) de puzolana sintética en sustitución del cemento Portland tipo IP. Las probetas fueron tratadas utilizando la técnica de diseño de mezclas definida por el comité 211 del Instituto Americano del Concreto, en conjunción con el método del Módulo Fino para la mezcla de áridos. El objetivo era determinar el diseño óptimo que presentara un rendimiento superior en condiciones de esfuerzo. Al final, se llevó a cabo una evaluación exhaustiva del análisis de costes unitarios de cada diseño y puzolana artificial para determinar qué parte obtenía el resultado de costes más ventajoso. Este estudio muestra la practicidad del uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar, cascarilla de cebada y cascarilla de maíz como sustitutos adecuados del cemento Portland tipo IP en mezclas de concreto diseñadas para aplicaciones estructurales en la ciudad de Arequipa. Estos materiales tienen las propiedades físicas necesarias para este propósito en particular. Los diseños de concreto examinados en este estudio demostraron resistencias a la compresión de  $175 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $210 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $280 \text{ kgf/cm}^2$  y  $350 \text{ kgf/cm}^2$ .

### **2.1.3 Antecedentes locales**

Para Tintaya, (2023) en la investigación titulada "Ceniza de Cebada en el Concreto  $F'c$   $210 \text{ kg/cm}^2$  de la Cantera Ramis, Huancané - Puno 2022" El objetivo es examinar la influencia de la integración de las cenizas de cebada en el concreto. El estudio utilizó un



enfoque cuantitativo y pragmático, en particular empleando un diseño cuasiexperimental. El estudio examinó específicamente a la población residente en la cantera de Ramis-Huancané y evaluó la viabilidad de utilizar ceniza de cebada como sustituto del cemento en la industria de la construcción. Por lo tanto, nuestro objetivo es evaluar la influencia en la resistencia a la compresión del concreto con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, su capacidad para ser trabajado y su coste de producción como sustituto viable del cemento portland IP. Esto se logrará mediante la ejecución de ensayos de laboratorio utilizando la metodología de ensayo de asentamiento y fractura de probetas. El experimento consistió en incorporar proporciones variables de ceniza de cebada (3%, 5% y 7%) en muestras de concreto con el fin de determinar el porcentaje más favorable para la incorporación de ceniza de cebada. Tras examinar los datos, se observó que las características del concreto se veían afectadas, con un menor tiempo de fraguado y una peor trabajabilidad, cuando la ceniza de cebada representaba el 5% del contenido total de cemento. Los resultados experimentales indican que la adición de 3% a 5% de ceniza de cebada al concreto mejora su resistencia, superando la del concreto tradicional. Sin embargo, es crucial reconocer que la practicidad del concreto disminuye, como se observa en la disminución de la medida del asentamiento de 2,7 pulgadas a 2,2 pulgadas. Por lo tanto, el uso de ceniza de cebada es muy prometedor en la industria de la construcción.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 *Propiedades del concreto convencional***

El concreto convencional, un material compuesto, se utiliza ampliamente en la construcción por sus capacidades mecánicas excepcionales y su naturaleza duradera. La composición suele consistir en cemento Portland, agregados gruesos (como grava o piedra triturada), agregados finos (como arena) y agua. Las principales características del concreto tradicional son las siguientes: (Espinoza Davila, 2021)



**Durabilidad:** El concreto convencional exhibe una dureza y capacidad excepcionales para resistir la intemperie, el ataque químico y la abrasión. Sin embargo, la resiliencia del material puede verse comprometida si entra en contacto con elementos corrosivos como sulfatos, cloruros y dióxido de carbono, o si no se mantiene bien.

La trabajabilidad es la medida de la facilidad con la que se puede colocar, compactar y terminar el concreto. La manipulabilidad del concreto tradicional puede modificarse alterando selectivamente el contenido de agua, la morfología y el tamaño de las partículas y la inclusión de aditivos.

El concreto típico tiene un modesto coeficiente de expansión térmica, lo que significa que se expande y contrae en respuesta a las variaciones de temperatura. Durante el proceso de diseño, es fundamental tener en cuenta las propiedades térmicas de los edificios de concreto para evitar problemas como el desarrollo de fracturas debido al estrés térmico.

**Resistencia al fuego:** El concreto convencional presenta una excelente resistencia al fuego como resultado de su baja conductividad térmica. En consecuencia, posee la capacidad de ofrecer protección contra incendios prolongada a las estructuras.

La permeabilidad del concreto convencional está determinada por la relación agua-cemento y la calidad de los componentes empleados. El concreto bien compactado y completamente curado suele tener una baja permeabilidad, lo que lo hace muy adecuado para aplicaciones que necesitan evitar el flujo de agua o gases.

El concreto convencional es una sustancia extremadamente adaptable y duradera que proporciona una combinación distintiva de robustez estructural, durabilidad y comodidad de manipulación. En consecuencia, se utiliza ampliamente en numerosos proyectos de construcción, que abarcan edificios arquitectónicos, pavimentos de carreteras y elementos prefabricados.

### **Resistencia a la compresión:**



La resistencia a la compresión del hormigón se refiere a su capacidad para soportar fuerzas que inducen una reducción de volumen, particularmente su capacidad para resistir cargas aplicadas a lo largo de su eje longitudinal. Esta característica es esencial en ingeniería civil y construcción, ya que evalúa la capacidad del concreto para soportar cargas verticales, incluidas las ejercidas sobre columnas, pilares, losas y cimientos. Las pruebas de compresión uniaxial se utilizan a menudo para evaluar el desempeño de una muestra de concreto a medida que se aplica progresivamente una fuerza hasta que ocurre la falla.

### **Resistencia a la tracción:**

La resistencia a la tracción del hormigón a menudo contrasta significativamente con su resistencia a la compresión y puede fluctuar debido a variables como la calidad del material, el contenido de humedad, la relación agua-cemento y la técnica de producción. Reinstalado. El hormigón tiene una resistencia a la compresión significativa; sin embargo, es muy susceptible a tensiones de tracción. Una resistencia a la tracción inadecuada puede provocar fracturas y problemas estructurales en proyectos de hormigón.

### **Módulo de elasticidad:**

La elasticidad es una evaluación numérica de la relación entre la tensión aplicada a un material y la deformación resultante, siempre que el material se mantenga dentro de su límite elástico. El módulo de elasticidad cuantifica el grado de deformación que sufre el concreto en respuesta a una fuerza aplicada, al tiempo que indica la rigidez del material.

A medida que aumenta el módulo de elasticidad, la rigidez del concreto aumenta y experimenta una deformación reducida bajo una carga determinada. El atributo que se menciona es vital en el campo del diseño estructural, ya que afecta directamente la forma en que el concreto responde a las fuerzas externas y su capacidad para resistir tensiones sin sufrir daños permanentes.



## **Durabilidad:**

Los ciclos de hielo y deshielo, los ataques químicos, las cargas cíclicas y otros elementos perjudiciales que pueden comprometer su integridad estructural y su funcionalidad a largo plazo.

## **Otros aspectos relevantes:**

Además, existen otros atributos relevantes que están vinculados a la durabilidad del concreto.

Daños superficiales causados por la fricción y el roce, especialmente en áreas con actividad humana o vehicular significativa.

- La resistencia química se refiere a la capacidad del concreto para soportar la corrosión causada por agentes químicos, como ácidos, sulfatos, cloruros y otros compuestos.
- Mantener su apariencia visualmente aceptable y estéticamente atractiva durante mucho tiempo. Este rasgo tiene una inmensa importancia en contextos arquitectónicos y ornamentales.
- La resistencia a la abrasión química es la capacidad del concreto para sobrevivir a los efectos nocivos de productos químicos, como ácidos, bases y disolventes. Estos productos químicos poseen la capacidad de inducir una degradación temprana de la superficie del concreto.

### **2.2.2 Ladrillo triturado como agregado**

El ladrillo triturado es una sustancia particulada que se obtiene de la pulverización o trituración de ladrillos de arcilla. Este proceso implica romper ladrillos en fragmentos de distintos tamaños, que luego pueden usarse como agregado en la fabricación de concreto, mortero o relleno de tierra. El ladrillo triturado se utiliza comúnmente como una alternativa rentable y ecológica a los agregados tradicionales, como grava o piedra triturada. Al adoptar estrictos procedimientos de control de calidad y tener en cuenta elementos como el tamaño, la forma, la permeabilidad y otros criterios importantes que pueden afectar el



rendimiento del concreto o mortero, su aplicación puede mejorar significativamente las propiedades mecánicas del material compuesto. (Olortegui Guadalupe, 2022)

### 2.2.2.1 Proceso de trituración y características del ladrillo triturado

La trituración de ladrillos es el proceso de reducción de ladrillos cerámicos mediante maquinaria trituradora, como trituradoras de mandíbulas o trituradoras de impacto, hasta conseguir un material granular de un tamaño específico. Durante este proceso, los ladrillos experimentan fuerzas mecánicas que hacen que se fracturen y reduzcan su tamaño a pequeños pedazos. (Olortegui Guadalupe, 2022)

Las características del ladrillo triturado dependen del proceso de trituración utilizado y del tipo exacto de ladrillo utilizado. Algunos de estos atributos incluyen:

- El tamaño de las partículas del ladrillo triturado varía según el diseño de la trituradora utilizada, desde pequeños fragmentos hasta trozos más grandes.
- La morfología y la textura del ladrillo triturado pueden variar según la técnica exacta de trituración utilizada. La apariencia del objeto puede variar, mostrando bordes afilados y ángulos pronunciados o bordes curvos y una superficie más suave, dependiendo del equipo particular y las configuraciones de pulido utilizadas.
- La porosidad es la evaluación cuantitativa de la capacidad de un ladrillo para absorber agua. La trituración puede afectar la porosidad del ladrillo, provocando un aumento de la capacidad de absorción de agua.
- La composición química del ladrillo triturado se parece mucho a la del ladrillo original, con sólo pequeñas desviaciones que surgen del proceso de trituración.

El ladrillo triturado se utiliza comúnmente como agregado grueso en la producción de concreto y mortero, así como para pavimentar y rellenar. La adopción de esta tecnología proporciona una alternativa viable a la extracción de agregados naturales y tiene la capacidad de ayudar a minimizar los residuos de construcción y demolición. Además,



incorporar ladrillos fracturados al concreto puede mejorar ciertos atributos, como su capacidad para resistir la compresión y su naturaleza duradera.

### 2.2.2.2 Influencia del ladrillo triturado en la resistencia y durabilidad del concreto

El impacto del ladrillo triturado sobre la resistencia y durabilidad del concreto es sustancial y puede alterar múltiples características del material. Los elementos esenciales de importancia incluyen. (Solís-Carcaño et al., 2019)

- La sustitución de una fracción del agregado rugoso por ladrillo triturado puede mejorar la resistencia a la compresión del concreto. La morfología angular y la textura gruesa del ladrillo triturado mejoran la capacidad de unión con la mezcla de cemento, aumentando.
- Al incorporar ladrillo triturado al concreto, se puede mejorar la resistencia a la flexión del material, lo que lleva a una mayor capacidad para soportar cargas y tensiones de flexión.
- La durabilidad del concreto se mejora al incluir ladrillo triturado, lo que reduce la permeabilidad y mejora la resistencia al desgaste y la abrasión. La permeabilidad del ladrillo triturado puede mitigar la absorción de agua y la infiltración de sustancias corrosivas, como cloruros y sulfatos, mejorando así la longevidad del concreto.
- Reprocesamiento de pasta de cemento: este proceso consiste en retirar la pasta de cemento de los ladrillos triturados, lo que provoca un aumento de la rugosidad de la superficie. Como resultado, esto mejora la interacción entre la pasta de cemento y el agregado, lo que resulta en una mejor fuerza de unión.
- Reducción de la contracción: La adición de ladrillo triturado al concreto puede reducir eficazmente la cantidad de contracción que se produce durante las fases de fraguado y secado. En consecuencia, esto reduce la probabilidad de que se formen grietas y mejora la estabilidad dimensional general del material.

Lo que resulta en un material más robusto, duradero y respetuoso con el medio ambiente. Sin embargo, es fundamental realizar investigaciones de laboratorio y pruebas de campo para determinar las proporciones ideales de ladrillo triturado que optimicen estas ventajas manteniendo la integridad de otras cualidades del concreto.

### 2.2.2.3 Estudios previos sobre el uso de ladrillo triturado en la construcción

Estudios previos sobre la utilización del ladrillo pulverizado en la industria de la construcción han investigado múltiples aplicaciones y diversas características ligadas a este material. La investigación ha explorado varias facetas. (Solís-Carcaño et al., 2019)

- Se realizó un estudio para evaluar la durabilidad del concreto ante el impacto causado por ladrillos fragmentados. Esto implica evaluar su resistencia a la abrasión, el desgaste y la infiltración de químicos corrosivos como cloruros y sulfatos. Las pruebas han demostrado que la incorporación de ladrillos rotos al concreto puede reducir significativamente su permeabilidad y mejorar su resistencia a la corrosión y al deterioro.
- Se llevó a cabo una investigación para evaluar las ramificaciones ecológicas y la viabilidad duradera de utilizar ladrillo pulverizado en proyectos de construcción. Los estudios han demostrado que el uso de ladrillos triturados puede reducir significativamente la cantidad de residuos producidos por las actividades de construcción y demolición que se envían a los vertederos, al tiempo que reduce la demanda de recursos naturales limitados.

Investigaciones previas sobre el uso de ladrillo triturado en la construcción han proporcionado una comprensión profunda de las propiedades y aplicaciones de este material, así como de su impacto en la resistencia, durabilidad y sostenibilidad ambiental del concreto. Los estudios han demostrado que el ladrillo triturado puede ser una alternativa viable y ecológicamente ventajosa al árido natural en la producción de concreto.



## 2.2.2.4 Ventajas y desventajas de utilizar ladrillo triturado como agregado en el concreto

Tiene varios beneficios desde varios puntos de vista. Económicamente, el ladrillo triturado es una alternativa más rentable que los áridos naturales convencionales, ya que es un recurso reciclado. Esto ayuda a reducir los costos de fabricación del concreto, particularmente en regiones donde los agregados naturales son costosos o difíciles de conseguir. Además, el uso de ladrillo triturado promueve la sostenibilidad ambiental al reutilizar un material que de otro modo podría desecharse en vertederos. El reciclaje de ladrillos alivia el agotamiento de los recursos naturales, reduciendo así las consecuencias medioambientales relacionadas con la minería y las canteras.

Un beneficio significativo es la característica de ligereza que el ladrillo roto confiere al hormigón. La utilización de este material poroso y más liviano, a diferencia de los agregados naturales, puede proporcionar un concreto menos denso, lo que resulta ventajoso para proyectos que buscan disminuir el peso total manteniendo la integridad estructural. Además, los ladrillos rotos mejoran las capacidades de aislamiento térmico y acústico, aumentando así la eficacia del hormigón en aplicaciones que requieren estos atributos.

Desventajas de usar ladrillo triturado como material en concreto: A pesar de los beneficios antes mencionados, existen ciertos inconvenientes asociados con el uso de ladrillo triturado como agregado en concreto. Las características porosas conducen a una mayor absorción de agua en relación con los agregados naturales, lo que potencialmente afecta la trabajabilidad y durabilidad del concreto si las relaciones agua-cemento no se regulan meticulosamente. Una mayor absorción de agua puede conducir a una combinación más seca y desafiante, lo que requiere modificaciones adicionales en el diseño de la mezcla.

Una desventaja adicional es que el ladrillo triturado, al ser un material reciclado, puede presentar heterogeneidad en sus características. Las propiedades físicas y



mecánicas de los ladrillos pueden diferir significativamente según su origen y tipo, lo que influye en la uniformidad y resistencia última del hormigón. Esto puede representar un desafío en proyectos que requieren una alta uniformidad del material.

En última instancia, aunque el ladrillo triturado puede reducir el peso del hormigón, también puede reducir su resistencia en comparación con el hormigón elaborado a partir de materiales naturales más densos. Esto indica que puede ser inadecuado para construcciones que requieran cargas sustanciales o que soporten circunstancias severas, como puentes o rascacielos, donde la resistencia a la compresión es primordial.

En resumen, emplear ladrillo triturado como agregado en concreto ofrece importantes beneficios en términos de sostenibilidad, costo y peso; sin embargo, también conlleva limitaciones en cuanto a trabajabilidad, variabilidad y resistencia, las cuales deben ser evaluadas minuciosamente en función del proyecto específico y sus exigencias estructurales.

El uso de ladrillo triturado como ingrediente del concreto tiene ventajas y desventajas que requieren una evaluación cuidadosa. (Guadalupe Huamán, 2019)

### **Ventajas:**

- Reducción de costos: La sustitución de agregados naturales por ladrillo triturado es una estrategia rentable que puede disminuir los gastos relacionados con la producción de concreto.
- Reducción de la contracción: la incorporación de ladrillos triturados al concreto puede mitigar con éxito el grado de contracción que se produce durante las etapas de fraguado y secado. Este método reduce la probabilidad de que se desarrollen grietas y mejora la estabilidad dimensional general del material.

### **Desventajas:**

- El concreto que incluye ladrillo triturado puede presentar una ligera reducción en su resistencia inicial en comparación con el concreto estándar, especialmente si no se maximizan las proporciones y características del ladrillo triturado.
- La incorporación de ladrillo pulverizado al concreto puede afectar significativamente a su trabajabilidad, especialmente si no se controla bien el tamaño y distribución de las partículas.
- Posible influencia en el color y la interpretación visual: La adición de ladrillo triturado al concreto tiene el potencial de cambiar su color y apariencia, especialmente si el ladrillo triturado tiene un tinte diferente al agregado original.
- Riesgos potenciales relacionados con el nivel de superioridad: La selección y el procesamiento inadecuados del ladrillo triturado pueden provocar la inclusión de partículas indeseables, como arcilla, yeso o componentes orgánicos, que pueden afectar negativamente la calidad y durabilidad del concreto.

La utilización de ladrillo triturado como agregado tiene varios beneficios en términos de sostenibilidad, rentabilidad y las propiedades que imparte al concreto. Sin embargo, la aplicación de la tecnología también implica ciertos desafíos y problemas que deben resolverse a fondo. La realización de análisis de laboratorio y pruebas de campo es fundamental para determinar las proporciones óptimas de ladrillo triturado que maximicen sus beneficios y minimicen sus limitaciones.

### **2.2.3 Ceniza de cebada como aditivo**

La ceniza de cebada, un subproducto de la incineración de residuos de plantas de cebada, funciona como aditivo en el concreto y ofrece varios beneficios en aspectos técnicos y ambientales cuando se usa en mezclas de concreto. Este material puzolánico, rico en sílice, puede interactuar químicamente con el hidróxido de calcio generado durante la hidratación del cemento, promoviendo la formación de compuestos secundarios que mejoran las propiedades mecánicas del concreto. Su aplicación ha cobrado cada vez más



protagonismo en las últimas décadas, especialmente en la construcción sostenible, ya que permite aprovechar residuos agrícolas y disminuye la dependencia del cemento Portland, sustancia que destaca por su considerable huella de carbono debido a su proceso de producción intensivo en energía. Energía.

El uso de ceniza de cebada en el hormigón mejora varias propiedades mecánicas y de durabilidad. Un beneficio esencial es la mejora de la resistencia a la compresión y la longevidad con el tiempo. La ceniza de cebada, al reaccionar con el hidróxido de calcio, promueve la formación de productos adicionales que llenan los huecos en la matriz del concreto, reduciendo así su porosidad y mejorando su impermeabilidad. La disminución de la porosidad del hormigón mejora su resistencia a la penetración de agentes externos, como agua, cloruros y sulfatos, alargando así la vida útil de las estructuras en las que se utiliza. La influencia es particularmente pronunciada en entornos que enfrentan condiciones severas, como ubicaciones costeras o regiones con alta humedad, donde la resistencia a la corrosión y el deterioro es crucial para la durabilidad estructural.

Un beneficio técnico importante de incluir ceniza de cebada en el hormigón es la mejora de la trabajabilidad de la mezcla. La ceniza de cebada, al ser un material finamente dividido, funciona como lubricante en la mezcla de concreto, ayudando en su manipulación y colocación sin requerir la adición excesiva de agua. La trabajabilidad mejorada permite un mejor acabado y facilita el llenado de moldes con formas complejas, al tiempo que reduce el riesgo de espacios o porosidad que podrían comprometer la integridad estructural del hormigón. Además, la inclusión de ceniza de cebada modera la temperatura durante los procesos de hidratación, reduciendo el riesgo de grietas por contracción térmica, especialmente en grandes volúmenes de hormigón, como en presas o grandes cimientos.

La incorporación de ceniza de cebada al hormigón beneficia significativamente al medio ambiente. En primer lugar, contribuye a la reducción de los residuos agrícolas, ya que las cenizas de cebada son un subproducto de la industria agroalimentaria que, si no



se aprovecha, se convertiría en un residuo adicional que habría que manipular. Su incorporación en la construcción promueve el reciclaje y la eficiencia de los recursos, facilitando una economía circular donde los residuos de un sector se transforman en materia prima para otro. Esto impacta inmediatamente en la reducción de la presión de los vertederos y en la gestión sostenible de los residuos agrícolas.

Además, la integración de ceniza de cebada reduce la dependencia del cemento Portland, reconocido por su considerable impacto ambiental debido a las emisiones de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) generadas durante su fabricación. La incorporación de ceniza de cebada como sustituto parcial del cemento reduce la huella de carbono del hormigón, contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Esto es especialmente relevante a escala mundial, ya que la construcción es una de las industrias que más recursos naturales y energía consume. Minimizar el uso de cemento disminuye la explotación de canteras y la extracción de materias primas necesarias para su fabricación, promoviendo así técnicas de construcción más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

En resumen, la ceniza de cebada como aditivo para el concreto tiene varios beneficios técnicos y ambientales, lo que la convierte en una opción atractiva para la industria de la construcción. Mejora la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del hormigón, aumentando así su eficacia en muchas aplicaciones estructurales. Promueve la reducción de residuos y disminuye las emisiones de  $\text{CO}_2$ , mejorando así la sostenibilidad en la construcción. El uso de ceniza de cebada es una estrategia eficaz para promover la construcción sostenible, reduciendo el impacto ecológico y aumentando al mismo tiempo los beneficios económicos y sociales duraderos.

Para entender completamente el proceso de pulverización de ladrillos y sus características, es fundamental comprender este componente clave de la construcción.

Pulverizar ladrillos se refiere al proceso de reducirlos mecánicamente a un polvo fino o polvo. (Buitron Quispe, 2023)



**Elección de ladrillos:** Inicialmente se eligen ladrillos de arcilla que han sido rechazados y no son aptos para su reutilización en su estado original por desperfectos, desperfectos o deterioro.

**Pulverización:** Los ladrillos seleccionados se fragmentan en pequeñas partículas mediante el uso de trituradoras especializadas que emplean métodos mecánicos. Este procedimiento se puede llevar a cabo mediante la secuencia de etapas. El proceso comienza pulverizando inicialmente los ladrillos para reducir su tamaño en pedazos más grandes. Posteriormente se realiza una mayor pulverización para conseguir una dimensión más homogénea y adecuada para su uso como árido.

**Clasificación:** Una vez pulverizados los ladrillos en partículas finas, se disponen minuciosamente según sus dimensiones mediante tamices o cribas. Esto permite separar componentes con diferentes diámetros, que posteriormente pueden utilizarse para diversos fines.

**Almacenamiento y Transporte:** Una vez clasificados los ladrillos, se colocan y transportan en contenedores adecuados hasta su destino final. La ubicación prevista para los ladrillos puede ser una instalación de producción de concreto, donde servirían como agregado en el proceso de fabricación del concreto, o una obra de construcción, donde se utilizarían para relleno de suelos u otras aplicaciones.

#### Características del Ladrillo Triturado:

**Dimensiones y configuración:** Las dimensiones del ladrillo triturado pueden variar, desde pequeños fragmentos hasta trozos más grandes, dependiendo del método de trituración y clasificación utilizado. Normalmente tiene una forma angular o asimétrica.

**Porosidad:** La sustancia triturada posee la cualidad de ser porosa, lo que le permite retener una cantidad determinada de agua. Esta propiedad tiene el potencial de afectar su efectividad cuando se usa en mezclas de concreto o mortero.

La textura de la superficie del ladrillo triturado puede variar entre gruesa o irregular, lo que podría afectar potencialmente la cohesividad de las partículas y la integridad estructural general del material compuesto.

La resistencia a la compresión del ladrillo triturado está influenciada por varios factores, incluida la calidad inicial del ladrillo, la técnica de trituración empleada y las condiciones de almacenamiento y manipulación.

El ladrillo finamente molido posee una notable durabilidad y flexibilidad para soportar diversas condiciones climáticas, lo que lo hace adecuado para una amplia gama de propósitos de construcción.

Usar ladrillos rotos como agregado es una opción amigable con el medio ambiente porque reduce la necesidad de deshacerse de los ladrillos y disminuye la extracción de recursos naturales.

### **2.2.3.1 Formación y composición de la ceniza de cebada**

La ceniza de cebada es un subproducto que se produce cuando las cáscaras de cebada se queman durante procesos industriales, particularmente en la fabricación de malta en el sector cervecero. La ceniza se genera a partir de la combustión de la cáscara de cebada, que contiene una cantidad importante de sílice, calcio, potasio y otros minerales. (Buitron Quispe, 2023)

La ceniza de cebada se genera al quemar las cáscaras de cebada, lo que genera altas temperaturas que descomponen las moléculas orgánicas y oxidan los elementos inorgánicos presentes en las cáscaras. Durante este proceso se produce la producción de ceniza de cebada, dando lugar a la creación de un polvo fino de color grisáceo.

La composición de la ceniza de cebada depende de varios factores, como el tipo exacto de cáscara de cebada utilizada, el proceso de combustión y las condiciones operativas actuales. Sin embargo, normalmente consta de los siguientes componentes principales:



La cáscara de cebada contiene una cantidad sustancial de sílice, lo que hace que las cenizas de cebada a menudo tengan niveles elevados de este compuesto.

La ceniza de cebada contiene abundantes óxidos de calcio, que se originan a partir de minerales presentes en las cáscaras de cebada.

Óxidos de potasio, concretamente  $K_2O$ , además de muchos otros minerales: la ceniza de cebada es rica en minerales como potasio, magnesio, sodio, aluminio, hierro y otros oligoelementos. Además, contiene sílice y calcio.

### **2.2.3.2 Efectos de la ceniza de cebada en las propiedades del concreto**

La ceniza de cebada, cuando se utiliza como componente mineral en la producción de concreto, puede ejercer diversos efectos sobre las propiedades del material. De esta situación surgen múltiples ramificaciones. (Romero & Tineo, 2021)

- Mejora de la durabilidad mecánica: al agregar ceniza de cebada al concreto, se puede mejorar su resistencia.
- Mejorar la trabajabilidad: Agregar ceniza de cebada al concreto puede mejorar su trabajabilidad, haciéndolo más fácil de colocar y compactar. Las dimensiones y configuración de las partículas de ceniza de cebada pueden servir como lubricantes, reduciendo la fricción entre las partículas de agregado y mejorando la cohesión del concreto recién mezclado.
- La ceniza de cebada se puede utilizar para disminuir el calor generado durante la hidratación del cemento, reduciendo así la probabilidad de agrietamiento por contracción térmica en volúmenes significativos de concreto.
- Para reducir las emisiones de carbono, las personas pueden utilizar ceniza de cebada como ingrediente mineral en el concreto.

La ceniza de cebada posee la capacidad de aumentar significativamente las propiedades del concreto, incluida su resistencia, durabilidad, flexibilidad y resistencia a sustancias nocivas. Además, su aplicación puede reducir significativamente las emisiones



de carbono vinculadas a la industria del concreto y fomentar la gestión adecuada de los residuos agrícolas.

### **2.2.3.3 Investigaciones anteriores sobre el uso de ceniza de cebada en la industria de la construcción**

Se realizó un estudio para evaluar el impacto de la ceniza de cebada en diversas características del concreto, incluida su resistencia mecánica, durabilidad, trabajabilidad y permeabilidad. Las investigaciones han demostrado que la incorporación de ceniza de cebada como suplemento mineral puede mejorar enormemente las características del concreto.

Se realizó un estudio para evaluar el impacto de diferentes cantidades de ceniza de cebada sobre las características del concreto. Al realizar estas pruebas, hemos identificado las proporciones ideales de ceniza de cebada que brindan las máximas ventajas para el concreto.

Interacciones con otras sustancias: el estudio ha examinado las interacciones entre la ceniza de cebada y varios materiales de construcción, incluidos cemento, agregados y aditivos.

Este estudio se centra en analizar la capacidad de la tecnología para disminuir los residuos agrícolas y su potencial para aliviar.

Investigaciones previas sobre el uso de la ceniza de cebada en el sector de la construcción han proporcionado un conocimiento exhaustivo de las características y usos de este material, así como de su influencia en la eficacia y sostenibilidad ambiental del concreto. Las investigaciones han demostrado que la integración de ceniza de cebada en la construcción puede servir como un sustituto factible y beneficioso para el medio ambiente de otros materiales. Esto tiene la capacidad de mejorar las características del concreto y al mismo tiempo disminuir su huella ambiental.

#### **2.2.3.4 Potenciales beneficios ambientales y técnicos de utilizar ceniza de cebada como aditivo en el concreto**

El uso de ceniza de cebada en el hormigón tiene importantes beneficios.

En términos de impacto medioambiental, incluir ceniza de cebada como aditivo para el hormigón reduce significativamente los residuos agrícolas. La ceniza de cebada es un subproducto que se produce a partir de la incineración de desechos de cebada después de la cosecha, que de otro modo se desecharían o se utilizarían en cantidades insignificantes en otros lugares. El empleo de este subproducto como complemento de la construcción reduce la acumulación de residuos y mejora la eficacia de la gestión de recursos. Además, el uso de ceniza de cebada reduce la necesidad de materiales vírgenes como el cemento Portland, cuya producción genera importantes emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), un factor importante en el cambio climático. Así, esta estrategia contribuye a la mitigación de la huella de carbono en la industria de la construcción.

La conservación de los recursos naturales es un beneficio ambiental notable. Reemplazar parcialmente el cemento con ceniza de cebada reduce la necesidad de piedra caliza y otros minerales en la producción de cemento, mitigando así el impacto ambiental y fomentando un uso más sostenible de los recursos. También disminuye el uso de energía, ya que la producción de cemento es uno de los procesos industriales que consume más energía. El empleo de ceniza de cebada como aditivo puede mejorar sustancialmente la economía circular al convertir materiales de desecho en valiosos recursos de construcción.

Esta reacción reduce la porosidad del hormigón, disminuyendo así la permeabilidad y mejorando la resistencia a productos químicos perjudiciales como cloruros y sulfatos, lo que es especialmente beneficioso en entornos expuestos a condiciones climáticas extremas o en zonas costeras.

Un beneficio técnico importante es la mejora de la trabajabilidad del hormigón. El uso de ceniza de cebada mejora la trabajabilidad y fluidez del hormigón, facilitando su



instalación en moldes y reduciendo la necesidad de exceso de agua en la mezcla. Esta característica es particularmente crucial en proyectos donde la calidad del vertido y la compactación es vital para evitar huecos o problemas estructurales. Además, al reducir el uso de cemento convencional, se alivian los efectos del calor de hidratación, disminuyendo así el riesgo de agrietamiento térmico en grandes estructuras.

En resumen, los beneficios ambientales y técnicos anticipados de incorporar ceniza de cebada al concreto incluyen reducciones significativas en los desechos agrícolas, menores emisiones de CO<sub>2</sub>, conservación de recursos naturales y mejoras notables en la resistencia y durabilidad del concreto. Los beneficios resaltan la importancia de la ceniza de cebada como un componente sostenible y técnicamente apto, alineándose con las tendencias modernas en construcción ecoeficiente y de alto rendimiento.

El uso de ceniza de cebada como elemento del concreto tiene varios beneficios ambientales y tecnológicos. (Guimaray Carranza, 2020)

### **Beneficios ecológicos potenciales:**

La cantidad de cemento utilizado, ayudando así a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas con la fabricación del concreto.

Responsabilidad ambiental y social mejorada: la ceniza de cebada se utiliza en el concreto para promover la economía circular al transformar un subproducto industrial en un componente de construcción, en lugar de desecharlo como basura.

#### **Beneficios tecnológicos potenciales:**

Lo que da como resultado la construcción de edificios más robustos y duraderos.

La ceniza de cebada posee la capacidad de disminuir la contracción y la permeabilidad del concreto, lo que reduce la probabilidad de fracturas y mejora la resistencia contra la penetración de productos químicos nocivos como el agua y los cloruros.

La ceniza de cebada se puede utilizar para mitigar el calor generado durante la hidratación del cemento, disminuyendo así la probabilidad de agrietamiento por contracción térmica en cantidades significativas de concreto.

En resumen, la incorporación de ceniza de cebada como añadido al concreto tiene numerosos beneficios medioambientales y tecnológicos. Estas técnicas abarcan la reducción de residuos agrícolas, la disminución de la utilización de recursos naturales, la mitigación de las emisiones de CO<sub>2</sub> y la mejora de la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del concreto. Por tanto, funciona como una alternativa pragmática y duradera a los materiales de construcción convencionales.

#### **2.2.4 Evaluación comparativa de propiedades físicas**

La evaluación comparativa de propiedades físicas implica el examen y análisis de los atributos físicos de varios materiales o muestras para determinar su idoneidad para una aplicación específica. Este examen se lleva a cabo dentro del campo del concreto para comparar las características físicas de varias mezclas de concreto, con y sin aditivos como la ceniza de cebada. El objetivo es conocer el impacto de estas adiciones en las propiedades del material. (Pancca, 2022)

Las características físicas frecuentemente evaluadas incluyen:

La resistencia mecánica del concreto se evalúa mediante la realización de pruebas de compresión y flexión, que miden su capacidad para soportar fuerzas de compresión y flexión.

Se evalúan la densidad aparente y la porosidad del concreto para determinar su impacto en su resistencia y durabilidad.

La trabajabilidad es la evaluación de la capacidad del concreto para colocarse, comprimirse y manipularse sin esfuerzo durante todo el proceso de construcción.

La contracción es la ocurrencia en la que el concreto tiene una reducción o aumento de tamaño mientras fragua y se seca. Esto puede afectar la estabilidad dimensional y la resistencia a la fractura del objeto.

La permeabilidad se refiere a la capacidad del concreto de permitir el flujo de líquidos y gases a través de su composición. Esta característica puede afectar la vulnerabilidad del concreto a la corrosión y su longevidad general.

Las propiedades físicas del concreto se evalúan mediante ensayos estandarizados que respetan normas técnicas particulares. Estas pruebas garantizan que se puedan obtener resultados precisos y comparables al evaluar diferentes muestras de concreto. Los resultados de los ensayos se analizan para evaluar la idoneidad de diversas mezclas de concreto para determinados usos y enriquecer la composición de las mezclas de concreto incorporando aditivos como ceniza de cebada, con el fin de mejorar sus cualidades físicas y su rendimiento en la construcción.

#### **2.2.4.1 Comparación de la densidad del concreto convencional, con ladrillo triturado y con ceniza de cebada**

Una evaluación de la densidad del concreto convencional de ladrillo triturado y ceniza de cebada implica examinar y comparar las densidades de varios tipos de concreto para determinar el impacto de la incorporación de estos componentes en la densidad general. (Romero-Carazas, 2021)

El ladrillo triturado se puede utilizar como sustituto de las partículas naturales en la mezcla de concreto, lo que da como resultado una mayor densidad. La densidad de este concreto en particular puede fluctuar según la proporción de ladrillo triturado utilizado, así como las dimensiones y la configuración de los fragmentos de ladrillo triturado. La densidad del concreto de ladrillo triturado suele ser comparable o ligeramente inferior a la del concreto tradicional, dependiendo de las proporciones empleadas.

La ceniza de cebada se puede utilizar como sustituto de parte del cemento Portland en la mezcla de concreto para aumentar su densidad. La densidad de este concreto en particular puede fluctuar según el porcentaje de ceniza de cebada utilizada, así como las propiedades únicas de la ceniza de cebada. El concreto de ceniza de cebada a menudo presenta una densidad comparable o ligeramente inferior a la del concreto convencional, dependiendo de las proporciones específicas empleadas.

Se realizan estudios de laboratorio para analizar la densidad del concreto estándar, del ladrillo triturado y de la ceniza de cebada, utilizando criterios técnicos particulares. Estos ensayos permiten cuantificar la densidad de diversas variantes de concreto. Luego se comparan los datos obtenidos para evaluar el impacto de la integración de ladrillo triturado y ceniza de cebada en la densidad del material. Los resultados de las pruebas se utilizan para evaluar la idoneidad de diferentes tipos de concreto para ciertos usos y para mejorar la composición de las mezclas de concreto mediante la integración de componentes reciclables como ladrillos triturados y desechos industriales como cenizas de cebada.

#### **2.2.4.2 Análisis de la porosidad y absorción de agua en los diferentes tipos de concreto**

La evaluación de la porosidad y absorción de agua en diferentes tipos de concreto implica medir la cantidad de poros en el interior del material y su capacidad para absorber agua. Es de suma importancia evaluar la durabilidad y la capacidad del concreto para resistir la penetración de sustancias corrosivas como agua, cloruros y otros químicos. (Romero-Carazas, 2021)

La porosidad del concreto se define por el número y tamaño de los poros del material. Estos poros se pueden clasificar como capilares, lo que indica que son lo suficientemente pequeños como para permitir el flujo de líquidos, o macroscópicos, lo que



indica que son lo suficientemente grandes como para ser visibles sin el uso de lupa. La permeabilidad del concreto tiene un impacto directo en su resistencia y durabilidad, ya que la presencia de poros puede actuar como conductos de sustancias nocivas que pueden comprometer el material.

La porosidad del concreto afecta directamente a su absorción de agua, ya que los poros actúan como canales para la entrada de agua. El nivel de porosidad del concreto está directamente relacionado con su capacidad de absorción de agua.

El análisis de porosidad y absorción de agua implica estudiar las propiedades de porosidad y absorción de agua de diferentes tipos de concreto mediante métodos de laboratorio que cumplen con especificaciones técnicas específicas. Estos ensayos nos permiten determinar el número de poros del material, así como su distribución y tamaño. Además, facilitan la evaluación de la capacidad del concreto para absorber agua y la velocidad a la que se produce la absorción.

El análisis del concreto es esencial para evaluar su durabilidad e idoneidad para aplicaciones específicas. Esto implica investigar su porosidad y absorción de agua para determinar su calidad y desempeño a largo plazo. El concreto con alta porosidad y absorción de agua es más susceptible a daños por congelación y descongelación, corrosión del refuerzo y otros tipos de deterioro. Por lo tanto, es crucial disminuir la porosidad y la absorción de agua del concreto mediante el uso de componentes adecuados y optimizando la mezcla de concreto.

El análisis de las propiedades de porosidad y absorción de agua de diferentes tipos de concreto proporciona conocimientos valiosos sobre su calidad y longevidad, asegurando así su idoneidad para aplicaciones de construcción específicas.



### 2.2.4.3 Otros aspectos físicos relevantes a evaluar y comparar entre los diferentes materiales

Además de la porosidad, la absorción de agua y la densidad, se evalúan y comparan varias propiedades físicas pertinentes entre los diversos materiales empleados en la fabricación de concreto. Se incluyen los siguientes factores. (Alvarez et al., 2019)

- Resistir la erosión resultante del impacto del agua, el viento u otros factores externos. Se utilizan pruebas de erosión para realizar esta técnica.
- La resistencia química es la evaluación de la capacidad del concreto para resistir los efectos de diversas sustancias químicas, como ácidos, álcalis, sulfatos, cloruros y otros químicos.
- Consistencia: La evaluación está determinada por la capacidad.
- La coherencia se refiere a la evaluación de la capacidad de un concreto recién combinado para conservar su forma y evitar cualquier segregación durante la instalación y el posterior proceso de curado.
- La contracción plástica se refiere a la contracción o expansión del concreto a medida que fragua y se seca. Para lograr este objetivo se utilizan pruebas de retracción.
- La evaluación de la contracción por secado del concreto implica medir la reducción de tamaño provocada por la evaporación de la humedad a lo largo del proceso de secado. El enfoque se realiza mediante la realización de pruebas de contracción por secado.
- La permeabilidad a los gases se refiere al grado en que los gases pueden atravesar fácilmente la composición del concreto. La calidad de esta habilidad en particular se evalúa para determinar su nivel de excelencia. El proceso se lleva a cabo mediante experimentos de permeabilidad al gas.
- El examen implica evaluar el tono y la consistencia del concreto, así como su capacidad para mantener estos atributos durante un período prolongado.

Al evaluar y comparar las características físicas de varios materiales utilizados en la fabricación de concreto, podemos determinar su idoneidad para usos específicos y mejorar la composición de las mezclas de concreto para mejorar sus propiedades físicas y efectividad en la construcción.

### **2.2.5 Evaluación comparativa de propiedades mecánicas**

La evaluación comparativa de propiedades mecánicas es un método analítico destinado a comparar el comportamiento y desempeño de diferentes materiales o combinaciones bajo tensión mecánica. Esta evaluación es esencial en ingeniería, ya que facilita el desarrollo de soluciones óptimas para aplicaciones estructurales particulares, asegurando que el material cumpla con la resistencia, rigidez, durabilidad y capacidad de carga necesarias para el proyecto.

Estas pruebas son esenciales para evaluar el desempeño de un material bajo diversas circunstancias de carga y determinar sus límites de falla. Esta investigación facilita la comparación de varias mezclas de concreto (tradicional y mejorada con aditivos) para determinar cuál demuestra mayor resistencia y durabilidad.

La evaluación comparativa facilita la identificación de tendencias de rendimiento entre diferentes materiales, lo que permite tomar decisiones fundamentadas sobre la opción más eficiente, segura y económica para un determinado proyecto. Además, permite la optimización de mezclas o la selección de materiales alternativos que mejoren las propiedades mecánicas preservando los factores ecológicos y económicos.

#### **Características corporales evaluadas:**

Medida en megapascales (MPa), es un indicador crucial de la excelencia y longevidad del concreto. (Coaquira Coaquira, 2022)

- El módulo de elasticidad mide la rigidez de una sustancia, indicando su capacidad para soportar deformaciones elásticas provocadas por una fuerza. El valor de este

parámetro se determina mediante la implementación de pruebas de carga y descarga y se expresa en megapascales (MPa). El módulo de elasticidad es un factor crucial para estimar la deformación de una estructura cuando se somete a una carga y determinar la deflexión máxima permitida.

- La resistencia al corte es la evaluación de la capacidad de un material para resistir fuerzas de corte. Esta prueba implica aplicar una carga lateral a un área específica del material. Se utiliza para determinar la cantidad máxima de peso que un material puede soportar antes de romperse. La resistencia al corte, medida en megapascales (MPa), es crucial para evaluar la capacidad de una estructura para soportar tensiones de corte, como las que experimentan las losas y los cimientos.

#### **Proceso de evaluación:**

Las muestras de concreto se fabrican de acuerdo con las especificaciones de diseño, utilizando diversos materiales y aditivos.

Realización de experimentos: Se realizan pruebas de laboratorio para evaluar las propiedades mecánicas de los materiales, de acuerdo con determinadas normas y métodos.

Mejora de la eficiencia del mezclado: La mezcla de concreto se modifica modificando la composición de sus componentes y adiciones para lograr las cualidades mecánicas necesarias y asegurar la integridad estructural y la longevidad.

Realizar una evaluación comparativa de las propiedades mecánicas es un procedimiento crucial para evaluar la idoneidad de diversos materiales y aditivos en la fabricación de concreto, garantizando la seguridad y la durabilidad de los edificios construidos. Los hallazgos de estas investigaciones se utilizan para mejorar la formulación del concreto y mejorar su eficacia en aplicaciones estructurales.



## **2.2.5.1 Estudio de la resistencia a la compresión del concreto convencional, con ladrillo triturado y con ceniza de cebada**

- La preparación de muestras implica la creación de muestras de concreto estándar, ladrillo finamente molido y ceniza de cebada. Las muestras se generan en base a las proporciones fijas dadas en el diseño.
- El procedimiento de fabricación de muestras implica moldear muestras de concreto.
- Al comparar los resultados adquiridos para cada grupo específico, se identifican diferencias significativas en su resistencia a la compresión.
- El concreto convencional se define por su resistencia a la compresión prevista, que normalmente se encuentra dentro de un espectro predefinido. El rango está determinado por las cantidades precisas de cemento, agregados y agua utilizadas en la combinación.
- Se espera que el concreto de ladrillo triturado tenga una resistencia a la compresión comparable o ligeramente inferior a la del concreto convencional, dependiendo de la cantidad de ladrillo triturado utilizado.

## **2.2.5.2 Evaluación de la resistencia a la tracción y módulo de elasticidad en los diferentes tipos de concreto**

- El concreto posee una capacidad considerable para soportar fuerzas de compresión, sin embargo, es bastante susceptible a tensiones de tracción.
- La resistencia a la tracción del concreto se cuantifica en megapascales (MPa) y representa su capacidad para resistir la formación de grietas y fisuras.
- El módulo de elasticidad es un indicador numérico de la capacidad de un material para soportar la deformación o su resistencia a ser estirado o comprimido. La frase "cuantifica" denota el acto de medir o determinar el valor numérico de algo. Dentro de este marco particular, el término se emplea para denotar.



- El módulo de elasticidad cuantifica la capacidad del concreto para sufrir deformación elástica bajo carga.
- La determinación de este valor se adquiere mediante la realización de ensayos de compresión y tracción y se expresa en megapascales (MPa).
- El módulo de elasticidad es un parámetro crítico para predecir la deformación del concreto bajo carga y establecer la deflexión máxima permitida en estructuras.
- Preparación de muestras: Las muestras de concreto se preparan usando las proporciones exactas indicadas en el diseño.
- El moldeo de muestras es el procedimiento de producción de muestras de concreto diseñadas específicamente para realizar pruebas directas.
- El módulo de elasticidad del concreto se determina mediante ensayos experimentales que examinan su capacidad para resistir fuerzas tanto de compresión como de tensión.

La evaluación de la resistencia a la tracción y el módulo de elasticidad en diferentes tipos de concreto proporciona información importante sobre cómo reacciona el material a fuerzas externas y su capacidad para resistir grietas y fisuras. Los resultados del estudio se utilizan para mejorar la composición del concreto y garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras creadas.

### **2.2.5.3 Análisis de la durabilidad y resistencia al desgaste de los materiales**

La evaluación de la durabilidad del material y la resistencia al desgaste implica evaluar la capacidad de una sustancia para resistir la degradación inducida por fuerzas ambientales, químicas o mecánicas dentro de un período de tiempo específico. Este estudio es fundamental para garantizar la longevidad y óptima funcionalidad de las estructuras de concreto construidas. (Solís-Carcaño et al., 2019)

- La resistencia a la abrasión se refiere a la capacidad de un material para resistir los daños resultantes de las fuerzas de fricción y roce cuando entra en contacto con otras



sustancias. La resistencia a la abrasión se evalúa mediante pruebas específicas, como la prueba de Los Ángeles o la prueba de desgaste por fricción.

- La resistencia a la erosión se refiere a la capacidad de una sustancia para resistir los impactos perjudiciales resultantes del agua, el viento u otros factores externos. La resistencia a la erosión se evalúa mediante pruebas de erosión, que pueden incluir pruebas de erosión hídrica o pruebas de erosión con chorro de arena.
- La resistencia química se refiere a la capacidad de una sustancia para resistir el daño infligido por compuestos químicos, incluidos ácidos, álcalis, sulfatos, cloruros y productos químicos similares. Las pruebas de resistencia química.
- La resistencia al congelamiento y descongelamiento se refiere a la capacidad de una sustancia para resistir y soportar el daño resultante del ciclo repetitivo de congelamiento y descongelamiento. La degradación criogénica prevalece en áreas con temperaturas extremadamente bajas, donde la solidificación del agua dentro de los poros de una sustancia crea fuerzas internas que pueden resultar en el desarrollo de fracturas y fisuras.
- Las muestras de concreto se preparan de acuerdo con las proporciones especificadas en el diseño durante el proceso de preparación de la muestra.
- Los ensayos de durabilidad evalúan la capacidad de un material para resistir y resistir los daños producidos por elementos como la fricción, el roce, la corrosión, las reacciones químicas y el proceso de congelación y descongelación.
- Examen de los resultados: Se realiza un análisis de los resultados de las pruebas para determinar la durabilidad del concreto convencional, así como del concreto, incluidos los ladrillos triturados y la ceniza de cebada. Se realiza un análisis de los resultados de cada grupo concreto, que revela disparidades notables en su longevidad y capacidad para resistir la degradación.



Un examen de la longevidad y resiliencia de los materiales arroja información importante sobre la capacidad del concreto para resistir el deterioro resultante de las condiciones ambientales, la exposición química o el estrés mecánico. Los resultados analíticos se utilizan para mejorar la formulación del concreto y garantizar la longevidad y funcionalidad óptima de las estructuras construidas.

#### **2.2.5.4 Otras propiedades mecánicas a considerar en la comparación de los distintos concretos**

Además de la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción y el módulo de elasticidad, existen cualidades mecánicas cruciales adicionales que deben tenerse en cuenta al comparar varias formas de concreto. Estos atributos ofrecen más información sobre el rendimiento del material bajo diversas cargas y son cruciales para garantizar la seguridad y la longevidad de las estructuras construidas. (Zamora Diaz, 2023)

La resistencia al corte se refiere a la capacidad del concreto para soportar fuerzas que tienden a cortar o dividir el material. La resistencia al corte se evalúa mediante pruebas de corte directas o indirectas y es crucial para establecer la capacidad de una estructura para soportar cargas de corte, como las que se experimentan en losas y cimientos.

La ductilidad es la capacidad del concreto de sufrir deformación antes de fallar. La ductilidad es un atributo crucial que ayuda a evitar fallas frágiles y permite que una estructura absorba y distribuya energía de manera efectiva antes de colapsar. Antes de fallar, el objeto se somete a pruebas de deformación, durante las cuales la cantidad de distorsión se mide como un porcentaje de la deformación máxima que puede soportar antes de fallar.

La tenacidad es la capacidad del concreto para absorber energía mientras sufre deformación antes de fracturarse. Una mayor tenacidad significa una mayor capacidad del



material para resistir la propagación de fracturas y fisuras. La evaluación se realiza mediante ensayos que miden la cantidad de energía absorbida hasta el punto de fractura.

La fatiga es la capacidad del concreto para soportar ciclos repetidos de tensión sin sufrir daños permanentes. La fatiga juega un papel crucial en el comportamiento de estructuras expuestas a cargas dinámicas, como puentes y pavimentos. La evaluación se realiza sometiendo el material a pruebas de fatiga y cuantificando el número de ciclos de carga necesarios para provocar la falla.

La resistencia al impacto es la capacidad del concreto para soportar impactos bruscos y vigorosos. Las estructuras que son susceptibles a colisiones, como muros de contención y barreras de seguridad, requieren un nivel sustancial de resistencia a los impactos. La evaluación se realiza mediante ensayos de impacto y se cuantifica como la cantidad de energía absorbida antes de la fractura.

Las muestras de concreto se fabrican de acuerdo con las proporciones especificadas y descritas en el diseño.

Las propiedades mecánicas adicionales del concreto, como la resistencia al corte, la ductilidad, la tenacidad, la fatiga y la resistencia al impacto, se evalúan mediante experimentos de laboratorio.

Se comparan las cualidades mecánicas de cada tipo de concreto, revelando variaciones considerables en sus consecuencias.

Evaluar propiedades mecánicas adicionales del concreto es crucial para obtener una comprensión integral de cómo se comporta bajo diversos tipos de tensiones. Los resultados del estudio se utilizan para mejorar la composición del concreto y garantizar la seguridad y longevidad de los edificios construidos.



## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 Agregados**

Los áridos de construcción son materiales granulares que se utilizan como ingredientes principales en la fabricación de concreto y mortero. Los ingredientes pueden consistir en materiales naturales, como arena y grava, o sustancias artificiales, como agregados de concreto reciclado. (Solís-Carcaño et al., 2019)

### **2.3.2 Asentamiento**

La caída del concreto es la medida de cuánto cambia de forma una mezcla de concreto recién vertida debido a su propio peso y consolidación del material. La medición se cuantifica en milímetros y proporciona información crucial sobre la viabilidad y consistencia de la mezcla de concreto. (Cruzado de la Cruz & Rivera Chuñe, 2019)

### **2.3.3 Cemento**

El cemento es un conglomerante hidráulico que juega un papel vital en la fabricación de concreto y mortero. (*Tecnología Del Hormigón - Unidad 6*, 2022)

### **2.3.4 Ceniza de cebada**

La ceniza de cebada es el residuo que se produce cuando se queman las cáscaras de cebada. Se emplea como componente mineral en la fabricación de concreto para mejorar atributos particulares, como resistencia, durabilidad y trabajabilidad. (Guimaray Carranza, 2020)

### **2.3.5 Diseño de Mezclas**

Especificados de robustez, longevidad, maniobrabilidad y rentabilidad, tal como se delinear en una empresa de construcción privada. (Gomez Rojas, 2020)



### **2.3.6 Granulometría**

La granulometría se refiere a la organización del tamaño de las partículas dentro de un material granular, como arena, grava o agregado triturado. La determinación se logra mediante la implementación de un análisis que clasifica las partículas en diferentes fracciones o rangos granulométricos según su tamaño. (Zambrano Mesa et al., 2020)

### **2.3.7 Ladrillo triturado**

Un incorporador de ladrillo triturado es un aditivo que se utiliza en mezclas de concreto para aumentar propiedades específicas del concreto. Esta adición se utiliza principalmente cuando se utiliza ladrillo finamente molido como agregado de gran tamaño en la mezcla de concreto. (Zamora Diaz, 2023)



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es el marco conceptual que establece el curso que seguirá un estudio, determinando qué métodos se utilizarán y cómo se estructurarán las distintas etapas del proceso. Su principal objetivo es garantizar que las técnicas empleadas para la recolección y análisis de datos estén en concordancia con las preguntas planteadas al inicio. Además, el diseño de la investigación permite identificar las herramientas más efectivas para la obtención de información, asegurando que los resultados sean útiles y coherentes con los objetivos del proyecto. (Gomez Rojas, 2020)

El presente estudio presenta un diseño **experimental**, para manipular las dosificación o porcentajes de los materiales utilizados, en la preparación de concreto convencional. El objetivo es analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Donde se determinará los porcentajes y comparará el diseño del ensayo con ladrillo triturado y ceniza de cebada con un diseño patrón.

#### 3.2 Método de la investigación

Según lo expuesto, el método de investigación será experimental, lo que implica "la manipulación controlada de las variables independientes con el fin de observar sus efectos

en las variables dependientes. En este caso, el estudio se centrará en evaluar el impacto del ladrillo triturado y la ceniza de cebada sobre las propiedades del concreto, con el objetivo de obtener datos cuantitativos verificables a través de pruebas de laboratorio. (Reyes, 2022)

El método de investigación utilizado será de tipo experimental, ya que se buscará manipular de manera controlada las variables independientes, en este caso, el uso de ladrillo triturado y ceniza de cebada como componentes adicionales en la mezcla de concreto. Se aplicará un enfoque cuantitativo para recolectar datos precisos y verificables, que permitirán medir objetivamente los efectos de estas adiciones en la mezcla de concreto.

### **3.3 Nivel y tipo de la investigación**

#### **3.3.1 Nivel de la investigación**

El nivel de investigación es explicativo, ya que "se busca establecer relaciones causales entre las variables manipuladas y los resultados observados" (Acuña, 2024). En este caso, la investigación tiene como propósito determinar cómo la adición de materiales alternativos afecta las propiedades físicas y mecánicas del concreto, proporcionando una explicación clara de las interacciones observadas.

El nivel de investigación será explicativo, ya que tiene como objetivo identificar y analizar la relación causa-efecto entre las variables manipuladas (ladrillo triturado y ceniza de cebada) y los resultados observados en las propiedades del concreto. Este estudio no solo pretende describir el fenómeno, sino también ofrecer una explicación de los efectos que estas modificaciones tienen en las características del concreto, particularmente en su resistencia y comportamiento estructural.

### 3.3.2 Tipo de la investigación

La investigación será de tipo aplicada, cuyo fin es "generar conocimiento útil y práctico, capaz de ser implementado en contextos específicos, como en el ámbito de la construcción" (Acuña, 2024). Además, el enfoque será comparativo, lo cual implica "evaluar y contrastar dos o más grupos de estudio para identificar diferencias y similitudes en función de las variables de interés" (Acuña, 2024), en este caso, el concreto convencional frente al concreto modificado con ladrillo triturado y ceniza de cebada.

El tipo de investigación será aplicada, puesto que se busca obtener conocimiento práctico y útil que pueda ser directamente implementado en el ámbito de la construcción en la ciudad de Juliaca. El propósito es evaluar si la inclusión de estos materiales locales puede mejorar o mantener las propiedades del concreto tradicional, con miras a optimizar su producción y adaptarlo a las condiciones climáticas y materiales disponibles en la región. Asimismo, la investigación es de tipo comparativa, ya que se realizará una evaluación paralela entre el concreto convencional y el concreto modificado con los nuevos aditivos.

## 3.4 Población y muestra de la investigación

### 3.4.1 Población

En este caso, "la población está constituida por todas las posibles mezclas de concreto que podrían elaborarse utilizando materiales convencionales y alternativos en la región de Juliaca" (Acuña, 2024). Este grupo representa el universo de estudio sobre el cual se busca obtener conclusiones generales acerca de las propiedades del concreto.

En esta investigación, la población se refiere a todas las posibles combinaciones de concreto que podrían elaborarse utilizando cemento, ladrillo triturado y ceniza de cebada en diferentes proporciones, dentro del ámbito de la construcción en la ciudad de Juliaca. Este conjunto incluye tanto las mezclas que se ajustan a las formulaciones convencionales como aquellas que integran estos materiales alternativos, abarcando todas

las variaciones potenciales que podrían analizarse en relación con sus propiedades físicas y mecánicas.

### Figura 1

*Mapa ubicación de la ciudad de Juliaca*



### 3.4.2 Muestra

La muestra es un subconjunto representativo de la población que se selecciona para realizar el análisis experimental. "Para este estudio, la muestra está compuesta por diversas mezclas de concreto elaboradas con y sin adiciones de ladrillo triturado y ceniza de cebada." (Acuña, 2024). Este enfoque permite realizar generalizaciones basadas en los resultados obtenidos a partir de las pruebas en la muestra seleccionada.

La muestra se define como el conjunto específico de mezclas de concreto seleccionadas para someterse a pruebas en el laboratorio, representando una porción de la población total. Estas mezclas incluyen diferentes proporciones de ladrillo triturado y ceniza de cebada, además de un concreto convencional de referencia. La muestra permite realizar experimentos y análisis detallados para comparar las propiedades del concreto modificado y obtener conclusiones que puedan ser aplicadas al contexto más amplio de la población estudiada.

**Tabla 2***Número total de especímenes para la prueba de compresión*

Muestra				Total
	7 días	14 días	28 días	
<b>MP</b>	4	4	4	12
<b>MP + 3% LT</b>	4	4	4	12
<b>MP + 6% LT</b>	4	4	4	12
<b>MP + 4% CC</b>	4	4	4	12
<b>MP + 8% CC</b>	4	4	4	12
<b>Total</b>	20	20	20	60

**Nota:** MP (muestra patrón), LT (ladrillo triturado), CC (ceniza de cebada)**Tabla 3***Probetas ensayadas para resistencia a la flexión*

Muestra				Total
	7 días	14 días	28 días	
<b>MP</b>	4	4	4	12
<b>MP + 3% LT</b>	4	4	4	12
<b>MP + 6% LT</b>	4	4	4	12
<b>MP + 4% CC</b>	4	4	4	12
<b>MP + 8% CC</b>	4	4	4	12
<b>Total</b>	20	20	20	60

### 3.5 Técnicas e instrumentos

#### 3.5.1 Técnicas

Las técnicas en la investigación son los procedimientos específicos utilizados para la recolección, análisis e interpretación de los datos de manera estructurada y sistemática. Estas técnicas varían dependiendo del tipo de investigación, el enfoque metodológico y los objetivos del estudio, abarcando, representativos y relevantes, permitiendo que el análisis sea riguroso y aporte respuestas claras a las preguntas de investigación. Además, las

técnicas pueden apoyarse en herramientas tecnológicas, como software de análisis de datos, o en métodos tradicionales como la codificación manual, según el contexto y la naturaleza del estudio. La elección adecuada de las técnicas asegura la fiabilidad y la precisión en los resultados, contribuyendo significativamente al éxito del proceso investigativo. (Medina et al., 2023)

### **3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación**

En el ámbito de la investigación cuantitativa, los instrumentos de recolección de datos más comunes incluyen cuestionarios, encuestas estandarizadas y pruebas de medición. Estos instrumentos están diseñados para obtener datos numéricos que puedan ser analizados estadísticamente. Un cuestionario bien estructurado, por ejemplo, puede recopilar respuestas específicas de una muestra significativa de la población, permitiendo identificar patrones o tendencias. Las encuestas también suelen estar diseñadas con opciones de respuesta predeterminadas para facilitar el análisis de datos masivos de forma más eficiente.

## **3.6 Validación y confiabilidad del instrumento**

### **3.6.1 Validación de los instrumentos**

Este proceso de validación involucra diferentes etapas, como la revisión teórica, el análisis estadístico y la evaluación por expertos en el área de estudio.

La validación puede dividirse en varias formas. En primer lugar, está la validez de contenido, que evalúa si el instrumento cubre todas las dimensiones del concepto que se desea medir. Para lograr esto, el investigador suele someter el instrumento a una revisión por parte de especialistas en el tema, quienes verifican que cada pregunta o ítem esté correctamente alineado con los objetivos de la investigación. De este modo, se asegura que el instrumento no omita aspectos clave ni incluya elementos irrelevantes.



En segundo lugar, está la validez de constructo, que se enfoca en confirmar que el instrumento realmente mida el concepto teórico que se pretende analizar. Este tipo de validación se suele realizar mediante análisis estadísticos que comprueban la relación entre los diferentes ítems del instrumento y el constructo teórico subyacente. Es crucial para asegurar que el instrumento no esté capturando variables que no corresponden al fenómeno de estudio.

### **3.6.2 Confiabilidad de instrumentos**

Un instrumento confiable asegura que los datos recopilados sean reproducibles, es decir, que, si se aplica el mismo instrumento en circunstancias similares, los resultados obtenidos serán prácticamente iguales.

Existen diversas formas de evaluar la confiabilidad de un instrumento. Uno de los métodos más comunes es el método test-retest, que implica aplicar el mismo instrumento a los mismos sujetos en dos momentos distintos. Si los resultados son consistentes entre ambas aplicaciones, el instrumento se considera confiable. Otro enfoque es la consistencia interna, que mide hasta qué punto los diferentes ítems del instrumento que pretenden medir lo mismo, están correlacionados entre sí. Un coeficiente alfa de Cronbach es frecuentemente utilizado para este propósito, con valores más cercanos a 1 indicando una mayor confiabilidad interna.

Además, la confiabilidad interobservador es otro aspecto relevante cuando el instrumento implica la observación o calificación subjetiva. Este tipo de confiabilidad evalúa el grado de acuerdo entre distintos observadores o evaluadores que utilizan el mismo instrumento. Si las calificaciones o registros entre diferentes observadores son similares, el instrumento se considera confiable en cuanto a su capacidad para producir resultados estables, independientemente de quién lo aplique.



### 3.7 Plan de recolección y procesamiento de datos

#### 3.7.1 Procedimiento del desarrollo de plan de investigación

##### ✿ Búsqueda de información

La adquisición de información es un paso fundamental en la investigación o actividades académicas, incluyendo la recolección sistemática de datos y fuentes relevantes que faciliten la creación de una base sólida de conocimiento sobre el tema de investigación. Esta estrategia implica identificar, obtener y seleccionar contenido de muchas fuentes, incluidos libros, revistas académicas, informes técnicos, bases de datos y recursos en línea, que respondan eficazmente a las preguntas de investigación o hipótesis planteadas. La búsqueda de conocimiento más allá de la mera recopilación de datos; requiere una evaluación rigurosa de las fuentes para determinar su credibilidad, relevancia y uso.

Uno de los primeros deberes en la recuperación de información es delinear claramente las frases críticas y las áreas temáticas relevantes para el objetivo de la investigación. Esto mejora la eficiencia de la búsqueda y elimina información superflua. Emplear recursos como motores de búsqueda académicos, bases de datos especializadas y catálogos de bibliotecas es crucial, ya que brindan acceso a una amplia gama de conocimientos científicos y técnicos. En este proceso, el investigador debe elegir entre materiales confiables y aquellos que no cumplen con los estándares académicos, priorizando fuentes revisadas por pares y publicaciones acreditadas dentro del campo.

Una vez adquirida la información, la siguiente fase consiste en organizarla de forma sistemática y coherente para facilitar su análisis y utilización en el marco del estudio. Esto puede incluir el desarrollo de tarjetas didácticas, resúmenes o esquemas que organicen sistemáticamente las ideas clave y la información vital obtenida de las fuentes. La búsqueda de conocimiento es inherentemente una tarea continua y en evolución, a medida que avanza la investigación, pueden surgir nuevas áreas de interés o se pueden requerir más datos para investigar ciertos aspectos de manera más integral. Este enfoque es crucial

para verificar con precisión el trabajo académico, garantizando que los hallazgos estén respaldados por evidencia y conocimiento contemporáneo.

## ✿ **Materiales empleados para la investigación**

- ✓ **Ladrillo triturado:** El ladrillo triturado es un material reciclado que se obtiene triturando ladrillos de arcilla u concreto. Funciona como un ingrediente importante en la fabricación de concreto y mortero, con capacidad de sustituir parcial o totalmente a la grava. El uso de ladrillo triturado en el concreto puede mejorar su resistencia, durabilidad y trabajabilidad, al mismo tiempo que apoya el reciclaje y la sostenibilidad en el sector de la construcción.

### **Figura 2**

*Ladrillo triturado*



**Nota.** Fuente Google academic

- ✓ **Ceniza de semilla de cebada:** La ceniza de cebada es el subproducto que queda después de quemar las cáscaras de cebada. Se emplea como aditivo mineral en la producción de concreto para mejorar características específicas, como resistencia, durabilidad y trabajabilidad. La ceniza de cebada se puede emplear como sustituto

parcial del cemento Portland en el concreto, lo que reduce la huella ambiental de la construcción al utilizar un producto de desecho industrial.

**Figura 3**

*Ceniza de cebada*



**Nota.** TIANMA

### 3.7.2 *Etapa de campo.*

#### a. **Recolección de muestras de agregados naturales.**

La obtención de muestras de áridos naturales es un proceso imprescindible en los proyectos de construcción y en la investigación de ingeniería civil, ya que garantiza que los materiales utilizados en la fabricación de las mezclas, como el hormigón, cumplen unas determinadas especificaciones técnicas. Los agregados naturales, como arena, grava y piedra, son componentes vitales en las mezclas de construcción; así, su adecuada recolección garantiza la calidad, longevidad y resistencia de las estructuras.

La técnica de recolección de muestras comienza con la selección del sitio para la extracción de agregados. La procedencia de los materiales debe representar con precisión las condiciones esperadas de los agregados en conjunto. Los sitios de recolección deben



elegirse deliberadamente para incluir toda la diversidad del depósito natural, asegurando así una representación precisa de las características de los agregados. Esto implica extraer datos de varias profundidades y áreas de la fuente para reducir el sesgo de selección.

Al seleccionar los sitios de recolección, las muestras se obtienen utilizando dispositivos y procedimientos adecuados para evitar contaminaciones que puedan comprometer los resultados. Las cantidades de material recolectadas deben ser suficientes para las pruebas necesarias y se debe seguir un procedimiento específico para garantizar la uniformidad de la muestra. La técnica puede incluir la recolección de muestras primarias, que luego se combinan para formar una muestra compuesta que refleje adecuadamente el material total del sitio.

Posteriormente, las muestras recolectadas son transportadas al laboratorio en condiciones controladas, protegiéndolas de la humedad, el polvo o cualquier otro factor que pueda alterar su composición.

La recolección de muestras de áridos naturales es un proceso crucial que garantiza que los materiales utilizados en los proyectos de construcción posean las características necesarias para mantener la calidad y seguridad de las estructuras. La recolección y gestión precisas de muestras garantizan que los resultados de las pruebas sean representativos y confiables.

### **3.7.3 Etapa de laboratorio.**

La fase de laboratorio es un componente esencial de cualquier proyecto de investigación o construcción, ya que permite investigar y evaluar las propiedades de los materiales mediante experimentación controlada. Durante esta fase, las muestras recolectadas se someten a varias pruebas para obtener datos precisos sobre sus propiedades físicas, químicas o mecánicas.

En el ámbito de los agregados naturales utilizados en la construcción, la fase de laboratorio incluye análisis como la granulometría, que evalúa la distribución



granulométrica, la densidad, el porcentaje de absorción de agua y la resistencia al desgaste. Estas pruebas nos permiten determinar el rendimiento de los materiales en condiciones del mundo real, incluida la compresión y el desgaste mecánico. Los equipos de laboratorio deben calibrarse y utilizarse de acuerdo con los estándares internacionales para garantizar que los resultados obtenidos sean confiables y consistentes.

En este paso, los especialistas examinan los datos recopilados y evalúan los resultados en función de los requisitos del proyecto. La fase de laboratorio no sólo evalúa la calidad del material, sino que también ayuda a identificar posibles mejoras o alteraciones en las mezclas de hormigón u otros compuestos, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas y mejorando la durabilidad y seguridad de las estructuras construidas.

#### **i. Ensayo de Cuantificación de la humedad en los especímenes**

El Ensayo de Cuantificación de Humedad sobre probetas es fundamental para evaluar el contenido de agua en un material, afectando significativamente a su comportamiento y características mecánicas. Esta prueba es crucial en el análisis de materiales y construcción, particularmente para concreto, suelo y agregados, ya que el contenido de humedad influye significativamente en su resistencia, durabilidad y capacidad de carga. El objetivo principal de la prueba es cuantificar con precisión el contenido de agua en las muestras, facilitando así el control de calidad y garantizando el cumplimiento de los requisitos.

Esta prueba suele implicar la recogida de muestras de la sustancia objeto de evaluación, que luego se exponen a un procedimiento de secado regulado, generalmente en un horno a una temperatura determinada. Se registra el peso inicial de la muestra, luego se seca hasta alcanzar un peso estable. La disparidad entre los pesos húmedo y seco facilita la determinación del contenido de humedad de la muestra. Este parámetro es fundamental, ya que tanto la humedad excesiva como la insuficiente pueden minar la

integridad estructural del material o perjudicar su rendimiento en determinadas aplicaciones.

Los datos adquiridos de esta prueba ofrecen conocimientos importantes para ingenieros y profesionales de la construcción, permitiéndoles modificar las proporciones de componentes en combinaciones como el hormigón o cambiar las circunstancias de almacenamiento y manipulación de los materiales. Regular la humedad es crucial para preservar las mejores características del material durante su uso, particularmente en condiciones susceptibles a fluctuaciones de temperatura o humedad que podrían afectar su rendimiento.

## ii. **Ensayo de análisis granulométrico.**

El control eficiente de la granulometría garantiza que materiales como el hormigón o el asfalto muestren un rendimiento predecible bajo presiones estructurales y condiciones ambientales variables.

El procedimiento se realiza a menudo utilizando tamices de diferentes tamaños, a través de los cuales se tamiza la muestra del material. Los tamices están dispuestos en orden descendente, lo que permite que las partículas más grandes sean capturadas por los tamices superiores mientras que las partículas más pequeñas descienden a los tamices inferiores. Después de tamizar la muestra, se cuantifica la cantidad de material retenido en cada tamiz y estos datos se utilizan para crear una curva de tamaño de grano que representa la distribución del tamaño de las partículas. Esta curva es crucial para evaluar si el material cumple con los criterios requeridos para aplicaciones tecnológicas.

Los resultados de las pruebas permiten a los ingenieros tomar decisiones informadas sobre diseños de mezclas de materiales y ajustar componentes para lograr las características deseadas. Un análisis riguroso del tamaño de grano garantiza que el material tenga un equilibrio óptimo de partículas finas y gruesas, mejorando así la estabilidad y durabilidad de los edificios construidos. Esta prueba también detecta

problemas potenciales, como una distribución inadecuada del tamaño de las partículas, que puede afectar el rendimiento del material en el sitio.

### iii. **Diseño de mezclas**

El proceso de diseño de la mezcla comienza con la selección de materiales, teniendo en cuenta sus características individuales, incluida la gradación del agregado, el tipo de cemento y la calidad del agua. El objetivo es determinar las proporciones que mejoren el rendimiento de la mezcla manteniendo una relación agua-cemento óptima, esencial para la resistencia y durabilidad del hormigón. Las evaluaciones preliminares de las mezclas se realizan en laboratorio, ajustando los parámetros de acuerdo con los resultados para obtener una formulación que cumpla con los requisitos específicos del proyecto, ya sea para estructuras expuestas a cargas significativas, ambientes corrosivos o condiciones climáticas extremas.

El diseño de la mezcla garantiza que el material tenga cualidades estructurales esenciales al tiempo que promueve la optimización de recursos, el ahorro de costos y una mayor eficiencia del proyecto. Una mezcla bien formulada reduce el uso excesivo de materiales costosos como el cemento y al mismo tiempo preserva la integridad del producto final. Además, fomenta la sostenibilidad al incluir en ocasiones materiales reciclados o subproductos industriales, como cenizas volantes o escorias.

### iv. **Ensayo de asentamiento.**

Lo cual es crucial para evaluar su desempeño durante el vertido y la compactación en sitio. Los resultados de la prueba de asentamiento ayudan a los ingenieros a verificar que el concreto tenga la consistencia requerida para un manejo factible, sin afectar negativamente otras propiedades como la resistencia o la durabilidad.

El procedimiento de prueba de asentamiento implica llenar un molde cónico con hormigón fresco en tres fases separadas, compactando cada capa con una varilla de metal.

Una vez llenado el molde, se eleva verticalmente y se evalúa la disminución de altura, conocida como "hundimiento", a medida que el hormigón pierde su forma original. Esta medida, articulada en milímetros, refleja directamente la uniformidad del hormigón. Un asentamiento excesivamente bajo puede sugerir que la combinación es demasiado seca y difícil de manejar, mientras que un asentamiento excesivamente alto indica que la mezcla es extremadamente fluida y quizás deficiente en resistencia.

Los resultados de la prueba de asentamiento proporcionan ajustes a la mezcla de concreto de acuerdo con las demandas específicas del proyecto. El manejo adecuado de la consistencia del concreto es crucial para garantizar la colocación adecuada del molde, la compactación apropiada y la porosidad minimizada, todo lo cual afecta directamente la resistencia y durabilidad de la estructura terminada. Esta evaluación es una herramienta crucial en la etapa de aseguramiento de la calidad de los proyectos de construcción.

#### v. **Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.**

Esta prueba es crucial para evaluar la calidad y la integridad estructural del concreto, asegurando el cumplimiento de los criterios necesarios para aplicaciones de ingeniería civil, incluidos edificios, puentes y carreteras. La resistencia a la compresión es una métrica crítica para evaluar la durabilidad y la capacidad de carga del concreto a lo largo del tiempo.

La técnica de prueba comienza con la construcción de cilindros o cubos de hormigón, que se curan durante un período determinado, a menudo 7, 14 o 28 días. Las muestras sufren tensiones crecientes bajo una prensa hidráulica hasta que se produce la falla del material. La carga máxima en el lugar de la ruptura se documenta y se utiliza para determinar la resistencia a la compresión, medida en megapascales (MPa).

El hormigón utilizado en un proyecto cumple con los criterios de calidad y seguridad. Además, permiten a los ingenieros modificar la composición del hormigón si los resultados no son satisfactorios, mejorando así las características del material para el uso previsto.



Esta prueba, reconocida por su precisión y confiabilidad, se utiliza en procesos de control de calidad e investigaciones para la formulación de novedosas mezclas de concreto, garantizando la seguridad y durabilidad de las estructuras creadas.

## vi. **Ensayo de resistencia a la flexión del concreto convencional**

Particularmente para construcciones destinadas a soportar cargas dispersas, como pavimentos, losas y vigas. Esta prueba evalúa la resistencia a la tracción del hormigón en su superficie inferior, replicando las condiciones de carga reales que un edificio puede encontrar a lo largo de su vida útil. La resistencia a la flexión es una característica esencial que mejora la resistencia a la compresión, proporcionando una comprensión más profunda del desempeño estructural del concreto.

El procedimiento para la prueba de resistencia a la flexión implica la producción de prismas de concreto que se curan durante períodos designados, a menudo 7, 14 o 28 días. Luego, las muestras se colocan en un aparato de prueba, donde se ejercen cargas incrementales en el centro del prisma, que se sostiene en ambos extremos, hasta que el concreto se fractura. El punto de rotura se utiliza para determinar la resistencia a la flexión, medida en megapascuales (MPa), en función de la fuerza más alta aplicada y las dimensiones de la muestra.

Los resultados derivados del ensayo de resistencia a la flexión permiten a los ingenieros determinar si el hormigón estándar utilizado cumple con los criterios estructurales y de durabilidad descritos en el diseño. Esta prueba es crucial para verificar que las estructuras diseñadas para soportar presiones de flexión conserven su integridad y no sufran fallas prematuras. Además, permite modificaciones en la composición física de acuerdo con los hallazgos, garantizando un desempeño óptimo y seguro en aplicaciones particulares.



### **3.7.4 Etapa de gabinete**

La fase de escritorio en un proceso de investigación denota la etapa en la que se procesan, evalúan y organizan los datos adquiridos, independientemente de su origen, ya sea de campo o de laboratorio. Este paso del estudio es fundamental, ya que los datos no procesados y sin un análisis exhaustivo no arrojan hallazgos sustanciales. Durante este paso, el investigador utiliza herramientas estadísticas, software especializado o enfoques de análisis cualitativo, dependiendo del tipo de datos, para proporcionar conclusiones válidas y fundamentadas.

Durante la fase documental, se evalúa la información recopilada y los datos se purifican eliminando errores, inconsistencias o valores atípicos que podrían sesgar los hallazgos. Además, es fundamental yuxtaponer los hallazgos con los objetivos originales de la investigación, facilitando así la validación de hipótesis o la resolución de consultas delineadas en el marco teórico. El análisis de los datos es exhaustivo y metódico, garantizando una interpretación clara y precisa de los hallazgos experimentales o de campo.

Además, durante esta etapa se elaboran informes y conclusiones que se incorporarán al resultado final del estudio. En este punto, se generan y analizan gráficos, tablas, figuras y otras representaciones de datos visuales, lo que facilita la visualización lúcida y comprensible de la información. La fase de escritorio ocurre cuando la investigación de campo y de laboratorio se integran, lo que permite al investigador formular hallazgos coherentes y fundamentados que respondan al tema de estudio inicial.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados obtenidos de los ensayos

Los resultados de un estudio de investigación denotan las conclusiones y conocimientos obtenidos mediante el análisis de datos. Los hallazgos pueden incluir información obtenida del análisis y evaluación de datos tanto cuantitativos como cualitativos recopilados a lo largo del estudio. Estos datos se utilizan para responder a las preguntas planteadas a lo largo de la investigación. Los datos obtenidos son cruciales para proporcionar información relevante sobre el tema de estudio y ayudan a formular resultados y recomendaciones basadas en una base de evidencia sólida.

##### a. Cuantificación de la humedad en los especímenes

**Tabla 4**

*Cuantificación de la humedad en los especímenes*

<b>Muestra: Agregado Fino</b>		
	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
P. del m. en húmedo+ Tarro	421.56	410.25
P. de m. seco+ Tarro	405.42	400.11
P. Tarro	52.48	52.76
P. de m. húmedo	369.08	357.49
P. de m. seco	352.94	347.35
P. - Agua	16.14	10.14
% Humedad	4.57	2.92

*Nota.* Resultados de laboratorio



La tabla suministrada presenta datos completos sobre el Cuantificación de la humedad en los especímenes de los áridos obtenidos de la cantera de Isla. Las muestras nos indicaron ciertos datos relevantes y con respecto a los porcentajes de humedad, como lo son también la cantidad de agua que posee una muestra de esta cantera, los pesos de las muestras húmedas y secas demostrándonos las variaciones que pueden presentar las mismas.

## a) **Peso específico y absorción**

**Tabla 5**

*Resultados de pruebas de peso específico y absorción de los especímenes.*

	Pe. (gr/cm <sup>3</sup> )	Abs. (%)
Fino	2.45	4.71
Grueso	2.14	3.46

La tabla relata valores recopilados a través de la experimentación, producto de los ensayos de pruebas de pesos específicos y porcentajes de absorción de las muestras, por lo que podemos deducir los siguientes resultados, para los valores de agregados finos y también para los agregados gruesos, el PE de los finos será 2.45gr/cm<sup>3</sup> mientras que para la grava será de 2.14gr/cm<sup>3</sup>, por otra parte, los % de absorción para estos son variables también siendo 4.71% para los finos y 3.46% para los gruesos.

## b) **Pesos unitarios sueltos**

### ❖ **Agregado fino y grueso**

Tabla 6

*Medición del peso del agregado no consolidado*

peso unitario (suelto)						
	Agregado fino			Agregado grueso		
P. del molde	6121 gr	6121 gr	6121 gr	6121 gr	6121 gr	6121 gr
Vol. del molde	2077 cm <sup>3</sup>	2077 cm <sup>3</sup>	2077 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>
Col. de m. a molde	caída libre					
P. del molde + muestra suelta	9799	9863	9725	9421	9527	9572
P. de la m. suelta	3678	3742	33604	3300	3406	3451
D. mín. de la m. seca	1.770	1.801	1.735	1.031	1.064	1.078
<b>Promedio</b>	<b>1.769 gr/cm<sup>3</sup></b>			<b>1.058 gr/cm<sup>3</sup></b>		

En la tabla que presentamos relatamos los valores obtenidos a partir de las muestras extraídas de la cantera de isla, estas nos muestran los valores de los pesos de molde, volúmenes de los mismos y los pesos de estos mismos con la incorporación de las muestras, así podemos deducir que para la muestra de agregados finos se tiene un valor de 1.769gr/cm<sup>3</sup> y para el agregado grueso se tiene un valor de 1.053gr/cm<sup>3</sup>, con respecto a los valores o ensayo de pesos unitarios de las muestras de la cantera de isla.

### c) Pesos unitarios compactados

Tabla 7

*Determinación del peso por unidad del agregado en estado compactado.*

Peso unitario (VARILLADO)						
	Agregado fino			Agregado grueso		
P. del molde	6135 gr	6135 gr	6135 gr	6135 gr	6135 gr	6135 gr
Vol. del molde	2077	2077	2077	3200	3200	3200
Col. de m. a molde	3					
P. del molde + muestra suelta	25					
P. de la m. suelta	9926	10269	9796	9875.00	9665	9645
D. mín. de la m. seca	3791	4134	3661	3740	3530	3510
P. del molde	1.169	1.990	1.762	1.169	1.103	1.197
<b>Promedio</b>	<b>1.859 gr/cm<sup>3</sup></b>			<b>1.123 gr/cm<sup>3</sup></b>		





c) Cálculo de volumen del agregado fino ( $V_{AF}$ )

$$V_{AF} = 1 - 0.713$$

$$V_{AF} = 0.287 \text{ m}^3$$

d) Determinación del peso del agregado fino ( $P_{AF}$ )

$$P_{AF} = 0.287 * \text{peso específico}$$

$$P_{AF} = 0.287 * (2.50 * 1000)$$

$$P_{AF} = 717 \text{ kg/m}^3$$

**Tabla 9**

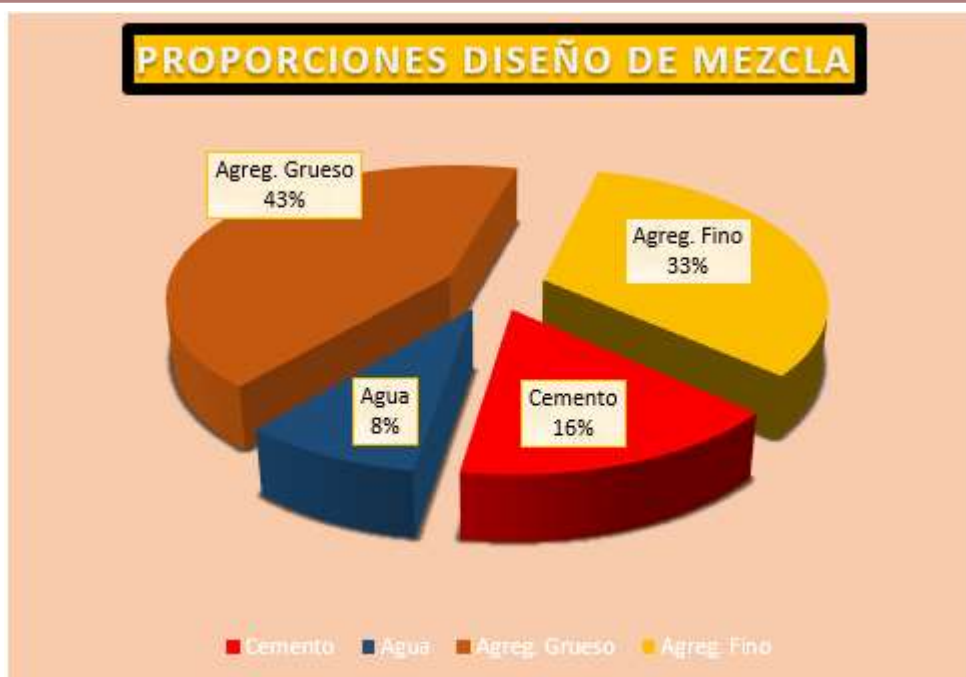
*Especificación de la dosificación de materiales para la elaboración del concreto*

Agregado	Dosificación En Peso Seco	Proporción En Volumen	Dosificación En Peso Húmedo	Proporción En Volumen
	(Kg/m <sup>3</sup> )	PESO SECO	(Kg/m <sup>3</sup> )	PESO HÚMEDO
Cemento	366	1	366	1.00
Agua	205	0.59	199	0.53
Agreg. Grueso	960	2.60	988	2.69
Agreg. Fino	717	1.96	749	2.05
Aire	2.0 %		2.0 %	

La tabla anterior nos brinda los datos detallados de la dosificación de materiales ideal para la elaboración de un concreto convencional.

**Figura 6**

*Distribución de los componentes en el diseño*



El grafico nos muestra las dosificaciones de los componentes para un diseño de mezcla 210kg/cm<sup>2</sup>, para ello tenemos que el agregado grueso tiene un 43% de participación, el agregado fino 33%, cemento en 18% y finalmente agua en 8%.

#### 4.1.1 Influencia del ladrillo triturado y ceniza de cebada sobre la trabajabilidad

Los datos logrados a partir de examinación de las muestras estudiando en este capítulo detalladamente el comportamiento del concreto en cuanto a la trabajabilidad.

##### a. Asentamiento de las muestras patrón y sus distintas dosificaciones

**Tabla 10**

*Asentamiento en diferentes especímenes: resumen de mediciones*

Nº	Descripción	Slump	Promedio	Unidad de medición
1	MP (5 UNDS)	3.69	3.72"	Pulgadas (SLUMP)
		3.72		
		3.66		
		3.73		
		3.79		
2	+3%L.T. (5 UNDS)	3.64	3.64"	
		3.68		

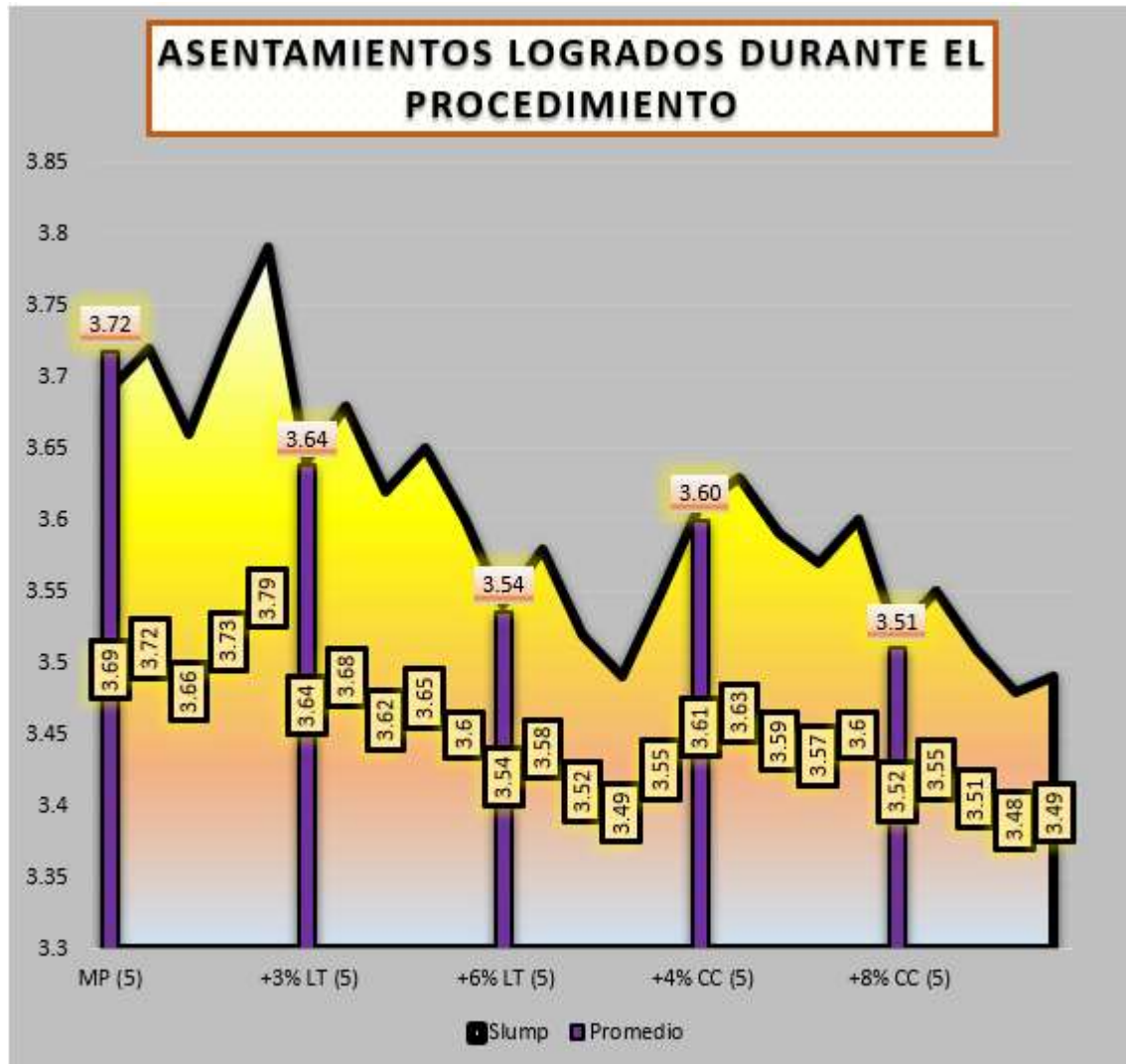


		3.62	
		3.65	
		3.60	
		3.54	
<b>3</b>	+6% L.T. (5 UNDS)	3.58	
		3.52	3.54"
		3.49	
		3.55	
		3.61	
<b>4</b>	+4% C.C. (5 UNDS)	3.63	
		3.59	3.60"
		3.57	
		3.60	
		3.52	
<b>5</b>	+8% C.C. (5 UNDS)	3.55	
		3.51	3.51"
		3.48	
		3.49	

En esta unidad podemos describir los datos variables recabados a través de una experimentación detallada de los valores del asentamiento alcanzado por parte de las muestras con diferentes dosificaciones de materiales adicionantes, por este mismo se pueden llegar a distintas conclusiones concernientes a la experimentación del ensayo de asentamiento con incorporación de ladrillos triturados y cenizas de cebada.

### Figura 7

*Análisis de asentamientos logrados en las muestras*



**Nota:** LT (Ladrillo triturado) CC (ceniza de cebada)

El gráfico ilustra la sedimentación de las muestras, mostrando que la presencia de ladrillo triturado y ceniza de cebada conducen a una reducción de la trabajabilidad. Además, cuanto mayor sea la cantidad de ladrillo y ceniza, más notoria será la disminución de la trabajabilidad.

#### 4.1.2 Resistencia a la compresión de las muestras evaluadas CP, LT y CC

Se procedió a recopilar los datos recopilados a partir de las pruebas realizadas sobre las probetas en el laboratorio de suelos de nuestra universidad.

##### A.1. Resistencia a la compresión de las muestras a los 7 días

**Tabla 11**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra standar-7 días.*

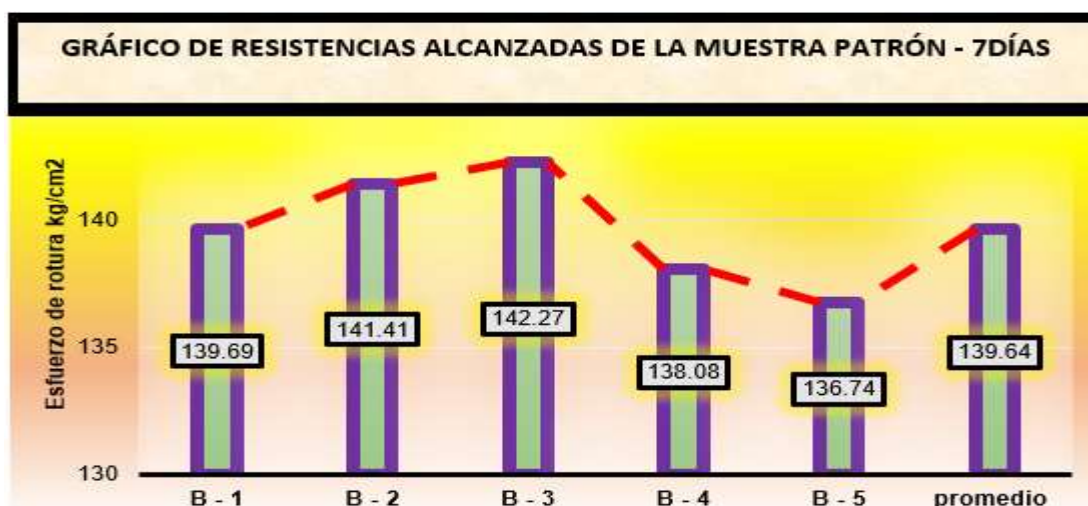
MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	24719	15.01	175.95	139.69		
MT-2	24922	14.98	175.24	141.41		
MT-3	25174	15.01	175.95	142.27	210	7
MT-4	24335	14.98	175.24	138.08		
MT-5	24196	15.01	175.95	136.74		
			<b>Prom.</b>	<b>139.64</b>		

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 139.64kg/cm.

La tabla resume los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluados después de un período de prueba de 7 días. Delinea varios elementos, incluido el peso en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y los resultados de resistencia expresados en unidades múltiples, como kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>). Además, especifica el número de días que han transcurrido para las pruebas y proporciona un promedio detallado de las resistencias registradas al final de la tabla. Esta información permite comparar varias muestras en condiciones de evaluación uniformes.

**Figura 8**

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra modelo tras una semana.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de 139,64 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 12**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ladrillo triturado 3% - 7 días.*

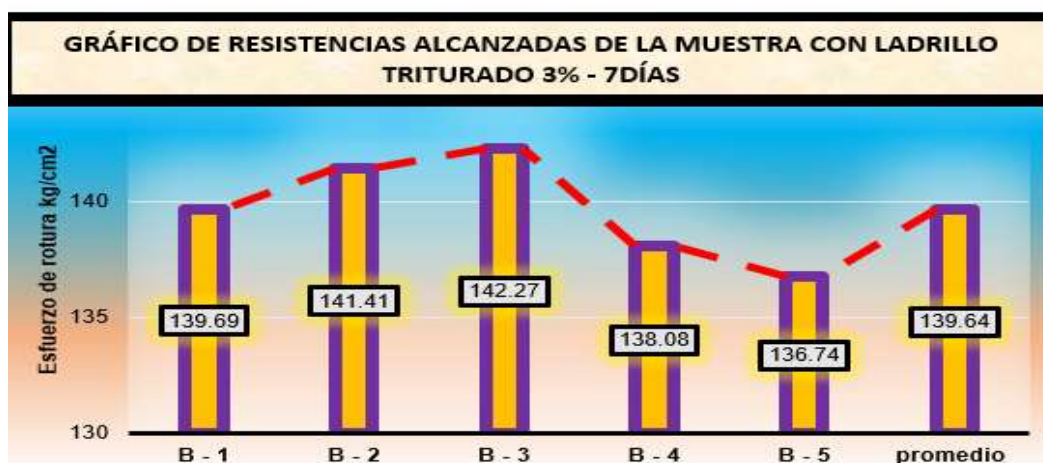
MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	26036	15.01	176.95	147.14		
MT-2	27152	15.01	176.95	153.44		
MT-3	26975	14.98	176.24	153.06	210	7
MT-4	26836	14.98	176.24	152.27		
MT-5	27185	15.01	176.95	153.63		
			<b>Prom.</b>	<b>151.91</b>		

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 151.91kg/cm.

La tabla resume los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluados después de un período de prueba de 7 días. Delinea varios elementos, incluido el peso en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y los resultados de resistencia expresados en unidades múltiples, como kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>). Además, especifica el número de días que han transcurrido para las pruebas y proporciona un promedio detallado de las resistencias registradas al final de la tabla. Esta información permite comparar varias muestras en condiciones de evaluación uniformes.

**Figura 9**

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con LT 3% - 7 días.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas de las muestras elaboradas en el laboratorio de suelos con adición de ladrillo triturado a la mezcla

convencional al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de 139,64kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 13**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ladrillo triturado 6% - 7 días*

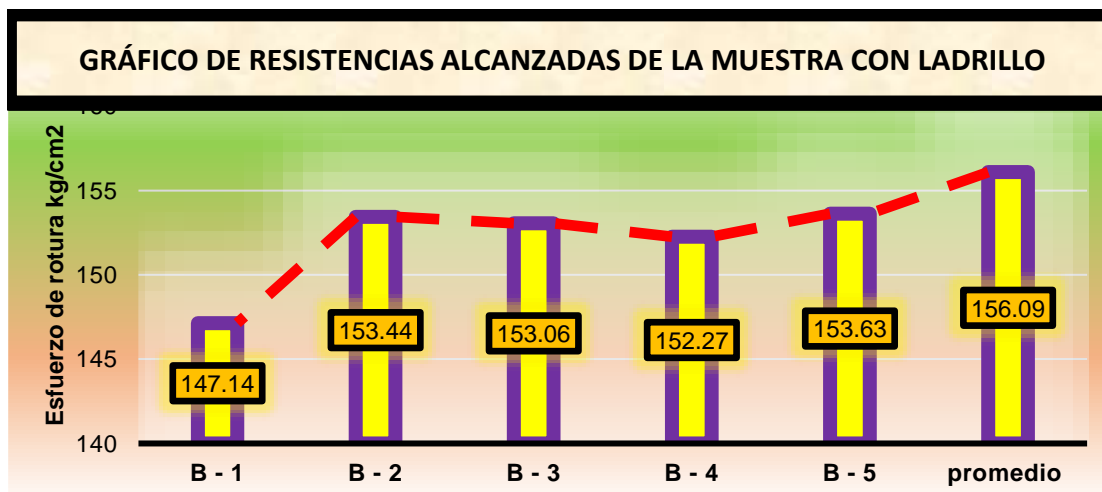
MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	26036	15.04	176.75	147.14		
MT-2	27152	15.05	176.65	153.44		
MT-3	26975	14.86	176.36	153.06	210	7
MT-4	26836	14.88	176.74	152.27		
MT-5	27185	15.09	176.58	153.63		
		<b>Prom.</b>		<b>156.09</b>		

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 156.09kg/cm.

La tabla resume los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluados después de un período de prueba de 7 días. Delinea varios elementos, incluido el peso en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y los resultados de resistencia expresados en unidades múltiples, como kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>). Además, especifica el número de días que han transcurrido para las pruebas y proporciona un promedio detallado de las resistencias registradas al final de la tabla. Esta información permite comparar varias muestras en condiciones de evaluación uniformes.

**Figura 10**

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con LT 6% - 7 días.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas de las muestras elaboradas en el laboratorio de suelos con adición de ladrillo triturado a la mezcla convencional al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de 156.09kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 14**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ceniza de cebada 4% - 7 días.*

MUESTRA	Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
MT-1	26076	15.04	176.75	147.36		
MT-2	25987	15.05	176.65	146.86		
MT-3	26194	14.86	176.36	148.03	210	7
MT-4	26116	14.88	176.74	147.59		
MT-5	26295	15.09	176.58	148.60		
		<b>Prom.</b>		<b>147.69</b>		

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 147.69kg/cm.

La tabla resume los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluados después de un período de prueba de 7 días. Delinea varios elementos, incluido el peso en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y los resultados de resistencia expresados en unidades múltiples, como kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>). Además, especifica el número de días que han transcurrido para las pruebas y proporciona un promedio detallado de las resistencias registradas al final de la tabla. Esta información permite comparar varias muestras en condiciones de evaluación uniformes.

**Figura 11**

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con CC 4% - 7 días.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas de las muestras elaboradas en el laboratorio de suelos con adición de ceniza de cebada a la mezcla convencional al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de 147.69kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 15**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ceniza de cebada 8% - 7 días*

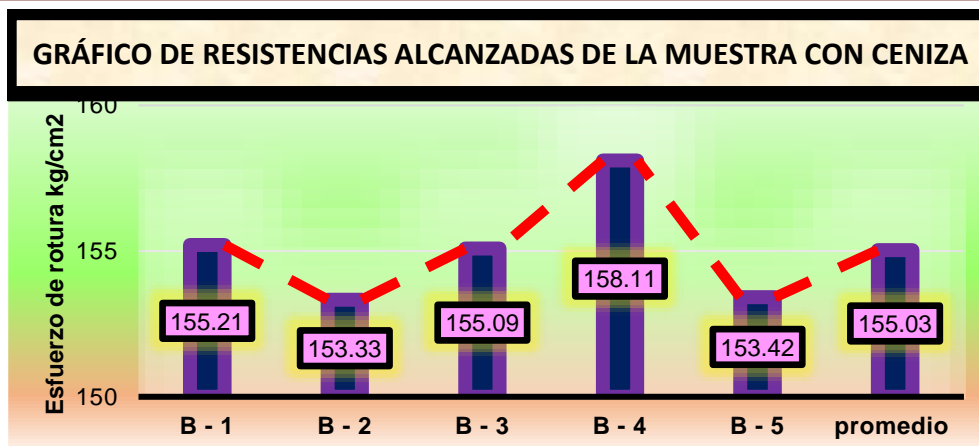
MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	27465	15.04	176.75	155.21		
MT-2	27132	15.05	176.65	153.33		
MT-3	27444	14.86	176.36	155.09	210	7
MT-4	27977	14.88	176.74	158.11		
MT-5	27147	15.09	176.58	153.42		
			<b>Prom.</b>	<b>155.03</b>		

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 155.03kg/cm.

La tabla presenta un resumen de los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluadas tras 7 días de ensayo. Se incluyen parámetros como la carga aplicada en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado (Kq/cm<sup>2</sup>). Además, se indica el número de días transcurridos para la prueba y se muestra un promedio final de resistencia. Esta información permite comparar el comportamiento de las muestras bajo las mismas condiciones de evaluación.

**Figura 12**

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con CC 8% - 7 días.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas de las muestras elaboradas en el laboratorio de suelos con adición de ceniza de cebada a la mezcla convencional al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de 155.03kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 16**

*Informe de las resistencias medias obtenidas en los ensayos – 7 días*

Descripción	Promedio de Resistencias	
	Esfuerzo	Días
Muestra patrón	139.64	
Muestra+ 3% ladrillo triturado	151.91	
Muestra+ 6% ladrillo triturado	160.09	7
Muestra+ 4% ceniza de cebada	147.69	
Muestra+ 8% ceniza de cebada	155.03	

Esta tabla nos muestra los valores medios y/o promedios de los distintos resultados al incorporar materiales adicionantes a la mezcla, esto sucede durante los primeros 7 días de elaboración, por ende, estas variaciones nos indican que la incorporación de ladrillo triturado tiene un mejor comportamiento al alcanzar mejores resultados durante esta etapa teniendo una resistencia media de 160.09kg/cm<sup>2</sup>, así de este modo podemos concluir que el ladrillo tiene mejores aptitudes como adiconante.

**Figura 13**

*Contraste de los valores de resistencia a los 7 días*



En la gráfica nos muestra de manera dinámica las distintas variaciones que tuvo un concreto convencional en la ciudad de Juliaca con distintas adiciones de materiales como lo son en este caso la incorporación de ladrillo triturado y ceniza de cebada a la mezcla, en este caso el valor más alto lo alcanzo el ladrillo triturado con 160.09kg/cm<sup>2</sup>.

## A.2. Resistencia a la comprensión de las muestras a los 14 días

### A.3.

Tabla 17

Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra standar-14 días.

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	33729	15.04	176.75	190.61		
MT-2	34184	15.05	176.65	193.18		
MT-3	34136	14.86	176.36	193.69	210	14
MT-4	33925	14.88	176.74	192.49		
MT-5	34063	15.09	176.58	192.50		
			<b>Prom.</b>	<b>192.49</b>		

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 192.49kg/cm.

La tabla presenta un resumen de los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluadas tras 14 días de ensayo. Se incluyen parámetros como la carga

aplicada en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado ( $Kq/cm^2$ ). Además, se indica el número de días transcurridos para la prueba y se muestra un promedio final de resistencia. Esta información permite comparar el comportamiento de las muestras bajo las mismas condiciones de evaluación.

**Figura 14**

*Estudio contrastado de los resultados de resistencia en la muestra base - 14 días.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de  $192.49 kg/cm^2$ .

La tabla presenta un resumen de los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluadas tras 14 días de ensayo. Se incluyen parámetros como la carga aplicada en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado ( $Kq/cm^2$ ). Además, se indica el número de días transcurridos para la prueba y se muestra un promedio final de

resistencia. Esta información permite comparar el comportamiento de las muestras bajo las mismas condiciones de evaluación.

**Tabla 18**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ladrillo triturado 3% - 14 días.*

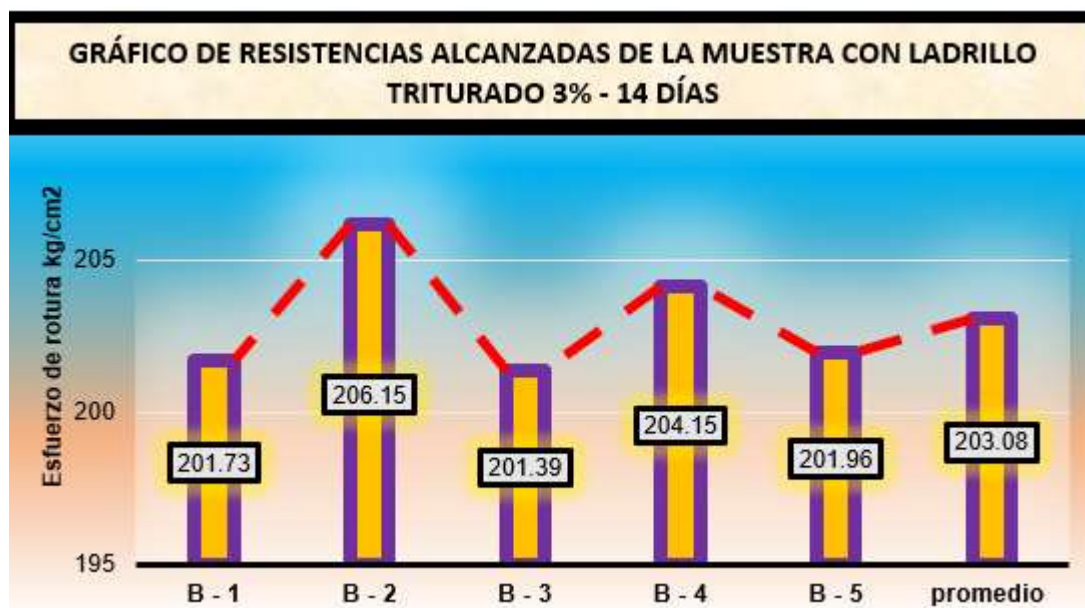
MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	35696	15.04	176.75	201.73		
MT-2	36478	15.05	176.65	206.15		
MT-3	35636	14.86	176.36	201.39	210	14
MT-4	36125	14.88	176.74	204.15		
MT-5	35736	15.09	176.58	201.96		
		<b>Prom.</b>		<b>203.08</b>		

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 203.08kg/cm.

La tabla presenta un resumen de los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluadas tras 14 días de ensayo. Se incluyen parámetros como la carga aplicada en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Además, se indica el número de días transcurridos para la prueba y se muestra un promedio final de resistencia. Esta información permite comparar el comportamiento de las muestras bajo las mismas condiciones de evaluación.

**Figura 15**

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con LT 3% - 14 días.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas de las muestras elaboradas en el laboratorio de suelos con adición de ladrillo triturado a la mezcla convencional al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de 203.08kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 19**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ladrillo triturado 6% - 14 días.*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	36451	15.04	176.75	206.00		
MT-2	36765	15.05	176.65	207.77		
MT-3	36725	14.86	176.36	207.54	210	14
MT-4	36854	14.88	176.74	208.27		
MT-5	36678	15.09	176.58	207.28		
			<b>Prom.</b>	<b>207.37</b>		

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 207.37kg/cm.

La tabla presenta un resumen de los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluadas tras 14 días de ensayo. Se incluyen parámetros como la carga

aplicada en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado ( $Kq/cm^2$ ). Además, se indica el número de días transcurridos para la prueba y se muestra un promedio final de resistencia. Esta información permite comparar el comportamiento de las muestras bajo las mismas condiciones de evaluación.

**Figura 16**

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con LT 6% - 14 días.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas de las muestras elaboradas en el laboratorio de suelos con adición de ladrillo triturado a la mezcla convencional al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de  $207.37kg/cm^2$ .

**Tabla 20**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ceniza de cebada 4% - 14 días.*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	36446	15.04	176.75	205.97		
MT-2	35455	15.05	176.65	200.37		
MT-3	35473	14.86	176.36	200.47	210	14
MT-4	35219	14.88	176.74	199.83		
MT-5	35167	15.09	176.58	198.74		

Prom. 201.07

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 201.07kg/cm.

La tabla presenta un resumen de los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluadas tras 14 días de ensayo. Se incluyen parámetros como la carga aplicada en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Además, se indica el número de días transcurridos para la prueba y se muestra un promedio final de resistencia. Esta información permite comparar el comportamiento de las muestras bajo las mismas condiciones de evaluación.

**Figura 17**

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con CC 4% - 14 días.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas de las muestras elaboradas en el laboratorio de suelos con adición de ceniza de cebada a la mezcla convencional al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de 201.07kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 21**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ceniza de cebada 8% - 14 días.*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	36759	15.04	176.75	207.74		
MT-2	36173	15.05	176.65	204.42	210	14



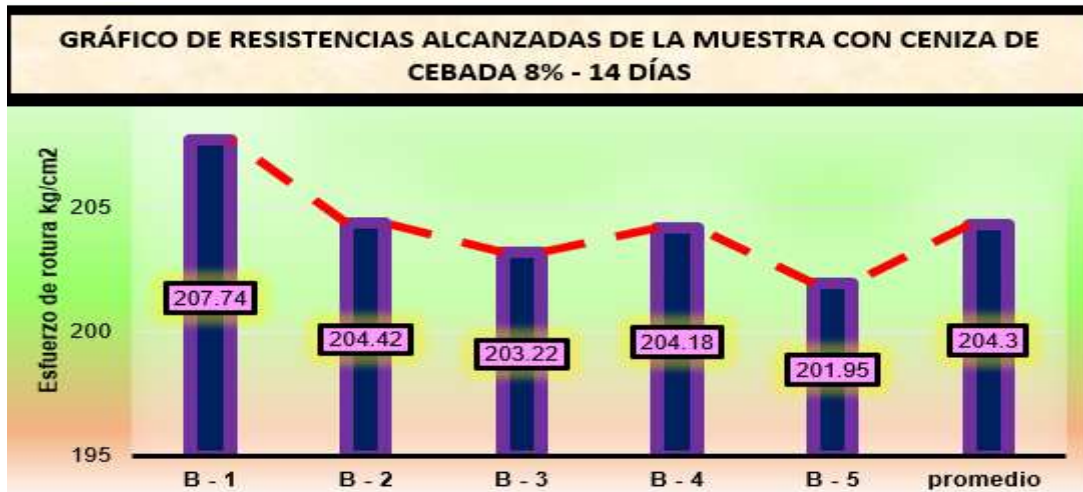
MT-3	35959	14.86	176.36	203.22
MT-4	35985	14.88	176.74	204.18
MT-5	35735	15.09	176.58	201.95
		<b>Prom.</b>		<b>204.30</b>

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 204.30kg/cm.

La tabla presenta un resumen de los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluadas tras 14 días de ensayo. Se incluyen parámetros como la carga aplicada en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado (Kq/cm<sup>2</sup>). Además, se indica el número de días transcurridos para la prueba y se muestra un promedio final de resistencia. Esta información permite comparar el comportamiento de las muestras bajo las mismas condiciones de evaluación.

### Figura 18

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con CC 8% - 14 días.*



El

gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas de las muestras elaboradas en el laboratorio de suelos con adición de ceniza de cebada a la mezcla convencional al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de 204.30kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 22**

*Informe de las resistencias medias obtenidas en los ensayos – 14 días*

Descripción	Promedio de Resistencias	
	Esfuerzo	Días
Muestra patrón	192.49	
Muestra+ 3% ladrillo triturado	203.08	
Muestra+ 6% ladrillo triturado	207.37	14
Muestra+ 4% ceniza de cebada	201.07	
Muestra+ 8% ceniza de cebada	204.30	

Esta tabla nos muestra los valores medios y/o promedios de los distintos resultados al incorporar materiales adicionantes a la mezcla, esto sucede durante los primeros 14 días de elaboración, por ende, estas variaciones nos indican que la incorporación de ladrillo triturado tiene un mejor comportamiento al alcanzar mejores resultados durante esta etapa teniendo una resistencia media de 207.37kg/cm<sup>2</sup>, así de este modo podemos concluir que el ladrillo tiene mejores aptitudes como adiconante.

**Figura 19**

*Valoración comparativa de las resistencias logradas al cabo de 14 días*



En la gráfica nos muestra de manera dinámica las distintas variaciones que tuvo un concreto convencional en la ciudad de Juliaca con distintas adiciones de materiales como lo son en este caso la incorporación de ladrillo triturado y ceniza de cebada a la mezcla, en este caso el valor más alto lo alcanzó el ladrillo triturado con 207.37kg/cm<sup>2</sup>.

#### A.4. Resistencia a la comprensión de las muestras a los 28 días

**Tabla 23**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra standar-28 días*

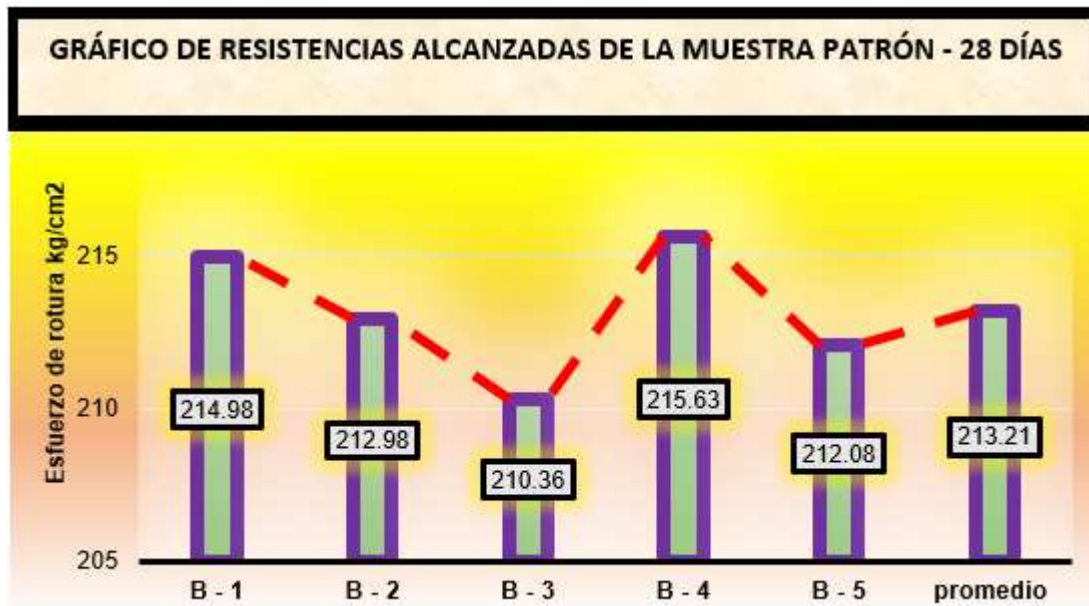
MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	38041	15.04	176.75	214.98		
MT-2	37687	15.05	176.65	212.98		
MT-3	37223	14.86	176.36	210.36	210	28
MT-4	38004	14.88	176.74	215.63		
MT-5	37528	15.09	176.58	212.08		
			<b>Prom.</b>	<b>213.21</b>		

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 213.21kg/cm.

La tabla presenta un resumen de los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluadas tras 28 días de ensayo. Se incluyen parámetros como la carga aplicada en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Además, se indica el número de días transcurridos para la prueba y se muestra un promedio final de resistencia. Esta información permite comparar el comportamiento de las muestras bajo las mismas condiciones de evaluación.

**Figura 20**

*Estudio contrastado de los resultados de resistencia en la muestra base - 28 días*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de 213.21 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 24**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ladrillo triturado 3% - 28 días.*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	38452	15.04	176.75	217.30		
MT-2	39012	15.05	176.65	221.35		
MT-3	39080	14.86	176.36	220.85	210	28
MT-4	38745	14.88	176.74	218.96		
MT-5	38856	15.09	176.58	219.59		
<b>Prom.</b>				<b>219.61</b>		

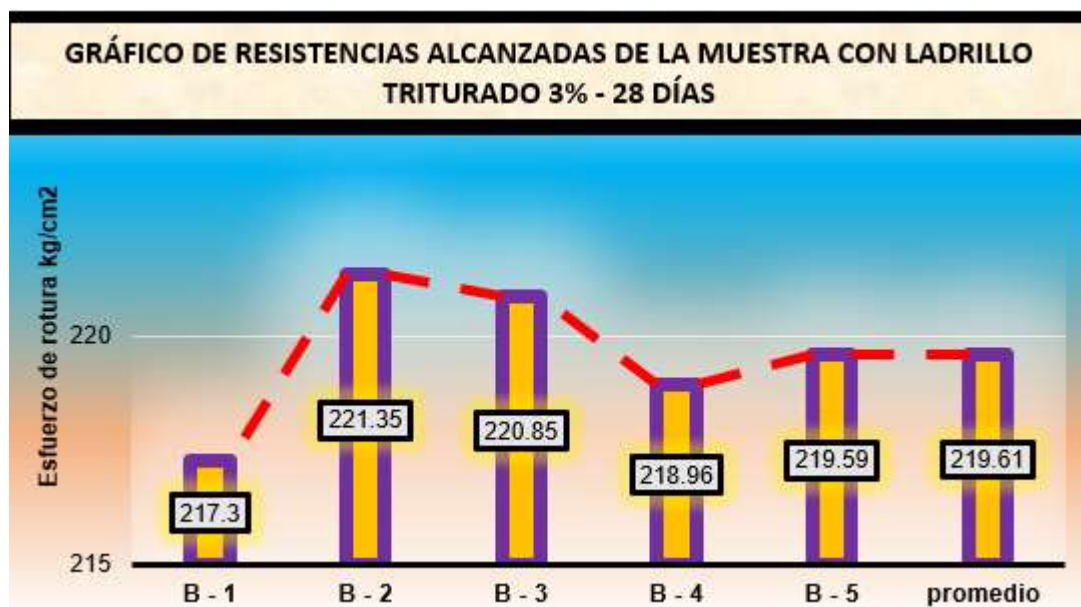
La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 219.61kg/cm.

La tabla presenta un resumen de los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluadas tras 28 días de ensayo. Se incluyen parámetros como la carga aplicada en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado (Kq/cm<sup>2</sup>). Además, se indica el número de días transcurridos para la prueba y se muestra un promedio final de

resistencia. Esta información permite comparar el comportamiento de las muestras bajo las mismas condiciones de evaluación.

**Figura 21**

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con LT 3% - 28 días.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas de las muestras elaboradas en el laboratorio de suelos con adición de ladrillo triturado a la mezcla convencional al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de 219.61kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 25**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ladrillo triturado 6% - 28 días.*

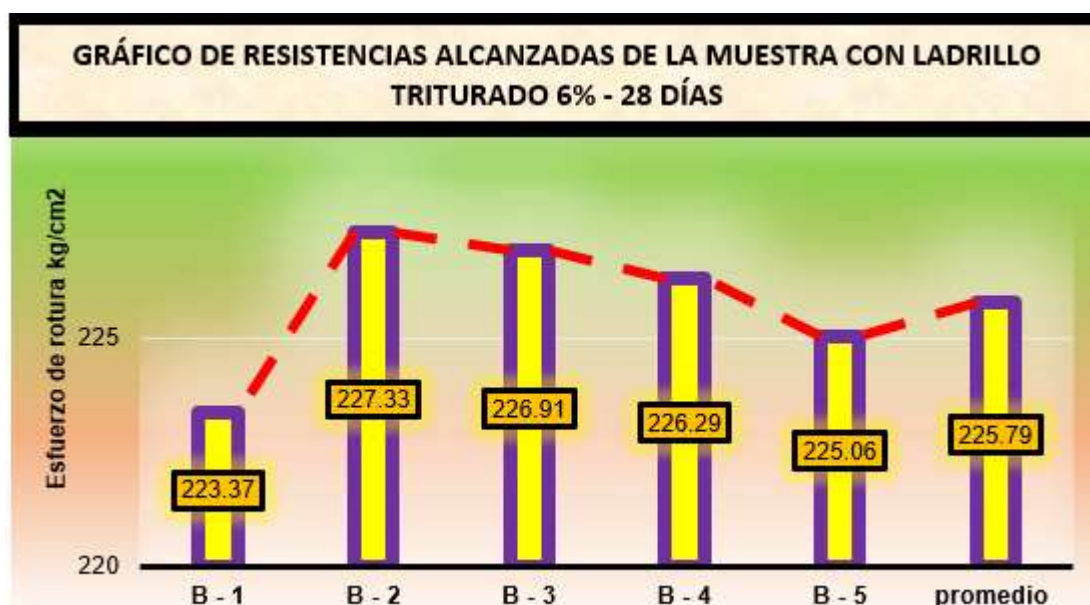
MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	39526	15.04	176.75	223.37		
MT-2	40226	15.05	176.65	227.33		
MT-3	40152	14.86	176.36	226.91	210	28
MT-4	39882	14.88	176.74	226.29		
MT-5	39825	15.09	176.58	225.06		
			<b>Prom.</b>	<b>225.79</b>		

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 225.79kg/cm.

La tabla presenta un resumen de los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluadas tras 28 días de ensayo. Se incluyen parámetros como la carga aplicada en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado ( $Kq/cm^2$ ). Además, se indica el número de días transcurridos para la prueba y se muestra un promedio final de resistencia. Esta información permite comparar el comportamiento de las muestras bajo las mismas condiciones de evaluación.

**Figura 22**

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con LT 6% - 28 días.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas de las muestras elaboradas en el laboratorio de suelos con adición de ladrillo triturado a la mezcla convencional al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de  $225.79kg/cm^2$ .

**Tabla 26**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ceniza de cebada 4% - 28 días.*

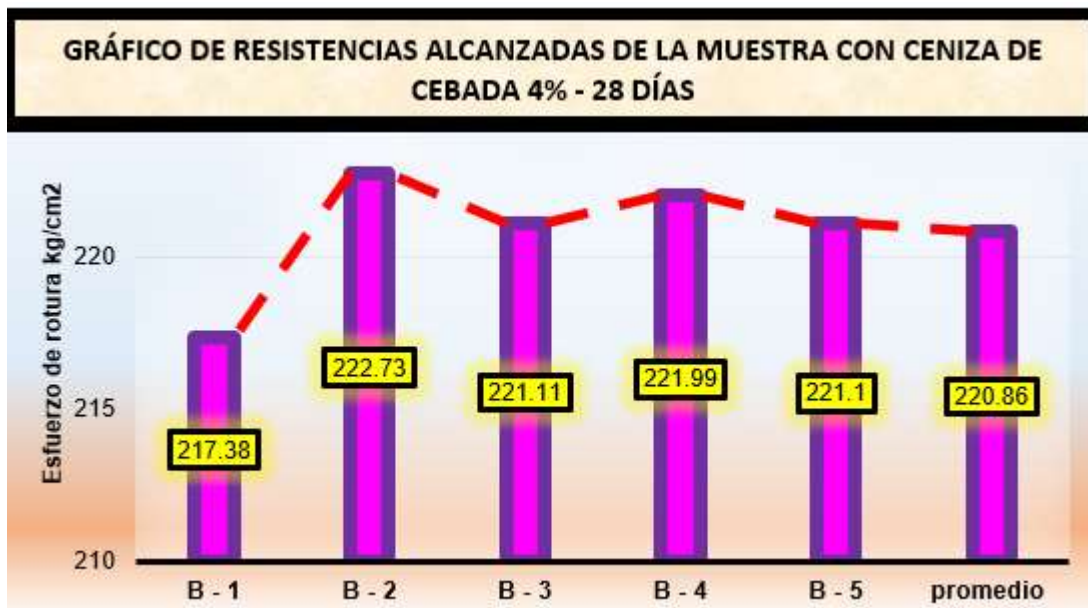
MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	38465	15.04	176.75	217.38		
MT-2	39412	15.05	176.65	222.73		
MT-3	39125	14.86	176.36	221.11	210	28
MT-4	39125	14.88	176.74	221.99		
MT-5	39124	15.09	176.58	221.10		
		<b>Prom.</b>		<b>220.86</b>		

La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 220.86kg/cm.

La tabla presenta un resumen de los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluadas tras 28 días de ensayo. Se incluyen parámetros como la carga aplicada en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Además, se indica el número de días transcurridos para la prueba y se muestra un promedio final de resistencia. Esta información permite comparar el comportamiento de las muestras bajo las mismas condiciones de evaluación.

**Figura 23**

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con CC 4% - 28 días.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas de las muestras elaboradas en el laboratorio de suelos con adición de ceniza de cebada a la mezcla convencional al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de 220.86kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 27**

*Resumen de niveles de resistencia obtenidos por la muestra con ceniza de cebada 8% - 28 días.*

MUESTRA	Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	DIAS
MT-1	40646	15.04	176.75	229.70		
MT-2	40598	15.05	176.65	229.43		
MT-3	41162	14.86	176.36	232.62	210	28
MT-4	41079	14.88	176.74	233.08		
MT-5	41088	15.09	176.58	232.20		
			<b>Prom.</b>	<b>231.41</b>		

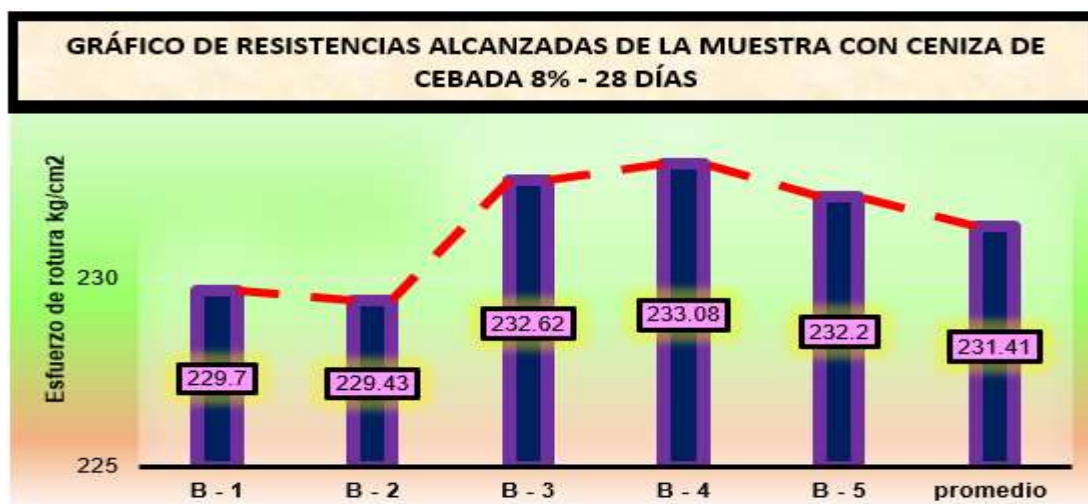
La tabla muestra la resistencia promedio alcanzada relativa fue de 231.41kg/cm.

La tabla presenta un resumen de los niveles de resistencia alcanzados por las muestras MT-1 a MT-5, evaluadas tras 28 días de ensayo. Se incluyen parámetros como la carga aplicada en kilogramos, las dimensiones de las muestras en centímetros y centímetros cuadrados, y la resistencia en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Además, se

indica el número de días transcurridos para la prueba y se muestra un promedio final de resistencia. Esta información permite comparar el comportamiento de las muestras bajo las mismas condiciones de evaluación

**Figura 24**

*Paralelo de las cifras de fuerza registradas durante la muestra con CC 8% - 28 días.*



El gráfico siguiente muestra un resumen de las resistencias alcanzadas de las muestras elaboradas en el laboratorio de suelos con adición de ceniza de cebada a la mezcla convencional al séptimo día del proceso de curado, con una resistencia media de 231.41kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 28**

*Informe de las resistencias medias obtenidas en los ensayos – 28 días*

Promedio de Resistencias		
Descripción	Esfuerzo	Días

Muestra patrón	213.21	
Muestra+ 3% ladrillo triturado	219.61	
Muestra+ 6% ladrillo triturado	225.79	28
Muestra+ 4% ceniza de cebada	220.86	
Muestra+ 8% ceniza de cebada	231.41	

Esta tabla nos muestra los valores medios y/o promedios de los distintos resultados al incorporar materiales adicionantes a la mezcla, esto sucede durante los primeros 28 días de elaboración, por ende, estas variaciones nos indican que la incorporación de ladrillo triturado tiene un mejor comportamiento al alcanzar mejores resultados durante esta etapa teniendo una resistencia media de 225.79kg/cm<sup>2</sup>, así de este modo podemos concluir que el ladrillo tiene mejores aptitudes como adiconante.

**Figura 25**

*Comparativa de las resistencias - 28 días*



En la gráfica nos muestra de manera dinámica las distintas variaciones que tuvo un concreto convencional en la ciudad de Juliaca con distintas adiciones de materiales como lo son en este caso la incorporación de ladrillo triturado y ceniza de cebada a la mezcla, en este caso el valor más alto lo alcanzo la ceniza de cebada con 231.41kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.1.3 Resistencia a la flexión de las muestras evaluadas CP, LT y CC**

##### **a) Resistencia a la flexión de las muestras a los 7 días**

**Tabla 29**

*Resumen de resistencias a la flexión de la muestra patrón 7 días*

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			
MT-1	15.02	15.06	50.02	1078.46	16.031	
MT-2	15.01	15.05	50.08	1186.95	17.584	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1059.78	15.753	7
MT-4	14.98	15.03	50.07	1176.56	17.489	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1143.79	16.945	

En la tabla se muestra la resistencia a la flexión de las muestras alcanzando un promedio soportando una resistencia de 16.760 kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 7 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

**Figura 26**

Comparativa de las resistencias a la flexión de las muestras patrón 7 días



La resistencia a la flexión promedio será de 16.760kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 30**

*Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ladrillo triturado 3% 7 días*

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD b (cm)
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			
MT-1	15.02	15.06	50.02	1246.25	18.525	
MT-2	15.01	15.05	50.08	1188.81	17.612	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1162.65	17.224	7
MT-4	14.98	15.03	50.07	1178.16	17.454	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1226.19	18.166	

La tabla nos da a conocer los resultados correspondientes a la resistencia a la flexión de un concreto con incorporación de ladrillo triturado alcanzando una resistencia promedio de 17.796kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 7 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

**Figura 27**

Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con LT 3% 7 días



Analizando múltiples permutaciones de muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de 16,760 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras.

**Tabla 31**

*Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ladrillo triturado 6% 7 días*

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD b (cm)
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			
MT-1	15.02	15.06	50.02	1126.14	16.739	
MT-2	15.01	15.05	50.08	1249.26	18.508	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1126.63	16.691	7
MT-4	14.98	15.03	50.07	1296.23	19.203	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1199.26	17.767	

La tabla nos da a conocer los resultados correspondientes a la resistencia a la flexión de un concreto con incorporación de ladrillo triturado alcanzando una resistencia promedio de 17.782kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una

de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ). Todos los ensayos fueron realizados a los 7 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

**Figura 28**

Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con LT 6% 7 días



Analizando múltiples permutaciones de muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de  $16,782 \text{ kg}/\text{cm}^2$  en las muestras.

**Tabla 32**

Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ceniza de cebada 4% 7 días

MUESTREO	PROMEDIO	EDAD
----------	----------	------

	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lectura (kg)	Resisten Kg/cm <sup>2</sup>	b (cm)
MT-1	15.02	15.06	50.02	1122.75	16.689	
MT-2	15.01	15.05	50.08	1074.69	15.921	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1185.25	17.559	7
MT-4	14.98	15.03	50.07	1176.78	17.434	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1196.32	17.723	

La tabla nos da a conocer los resultados correspondientes a la resistencia a la flexión de un concreto con incorporación de ceniza de cebada alcanzando una resistencia promedio de 17.065kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 7 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

### Figura 29

Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con CC 4% 7 días



Analizando múltiples permutaciones de muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de 17.065 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras.

**Tabla 33**

*Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ceniza de cebada 8% 7 días*

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD b (cm)
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			
MT-1	15.02	15.06	50.02	1246.86	18.534	
MT-2	15.01	15.05	50.08	1189.36	17.620	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1183.36	17.531	7
MT-4	14.98	15.03	50.07	1199.74	17.774	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1214.25	17.989	

La tabla nos da a conocer los resultados correspondientes a la resistencia a la flexión de un concreto con incorporación de ceniza de cebada alcanzando una resistencia promedio de 17.890kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 7 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión

**Figura 30**

Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con CC 8% 7 días



Analizando múltiples permutaciones de muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de 17.890 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras.

## b) Resistencia a la flexión de las muestras a los 14 días

Tabla 34

Resumen de resistencias a la flexión de la muestra patrón 14 días

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten Kg/cm2	EDAD
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			b (cm)
MT-1	15.02	15.06	50.02	1340.32	19.923	14
MT-2	15.01	15.05	50.08	1355.98	20.089	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1222.32	18.108	
MT-4	14.98	15.03	50.07	1238.05	18.341	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1392.62	20.700	

En la tabla se muestra la resistencia a la flexión de las muestras alcanzando un promedio soportando una resistencia de 19.432 kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una

de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ). Todos los ensayos fueron realizados a los 14 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

**Figura 31**

Comparativa de las resistencias a la flexión de las muestras patrón 14 días



Analizando múltiples muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de  $19.432 \text{ kg}/\text{cm}^2$  en las muestras.

**Tabla 35**

*Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ladrillo triturado 3% 14 días*

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten $\text{Kg}/\text{cm}^2$	EDAD b (cm)
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			
MT-1	15.02	15.06	50.02	1396.13	20.753	14
MT-2	15.01	15.05	50.08	1345.46	19.933	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1394.16	20.654	
MT-4	14.98	15.03	50.07	1426.02	21.126	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1349.61	19.994	

La tabla nos da a conocer los resultados correspondientes a la resistencia a la flexión de un concreto con incorporación de ladrillo triturado alcanzando una resistencia promedio de 20.492kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 14 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

**Figura 32**

Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con LT 3% 14 días



Analizando múltiples permutaciones de muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de 20.492 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras.

**Tabla 36**

*Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ladrillo triturado 6% 14 días*

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD b (cm)
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			
MT-1	15.02	15.06	50.02	1482.25	22.033	
MT-2	15.01	15.05	50.08	1426.09	21.127	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1500.74	22.233	14
MT-4	14.98	15.03	50.07	1501.14	22.239	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1491.29	22.093	

La tabla nos da a conocer los resultados correspondientes a la resistencia a la flexión de un concreto con incorporación de ladrillo triturado alcanzando una resistencia promedio de 21.945kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 14 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

**Figura 33**

Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con LT 6% 14 días



Analizando múltiples permutaciones de muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de 21.945 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras.

**Tabla 37**

*Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ceniza de cebada 4% 14 días*

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten Kg/cm2	EDAD b (cm)
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			
MT-1	15.02	15.06	50.02	1385.78	20.599	14
MT-2	15.01	15.05	50.08	1296.36	19.205	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1386.32	20.538	
MT-4	14.98	15.03	50.07	1336.25	19.796	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1388.91	20.576	

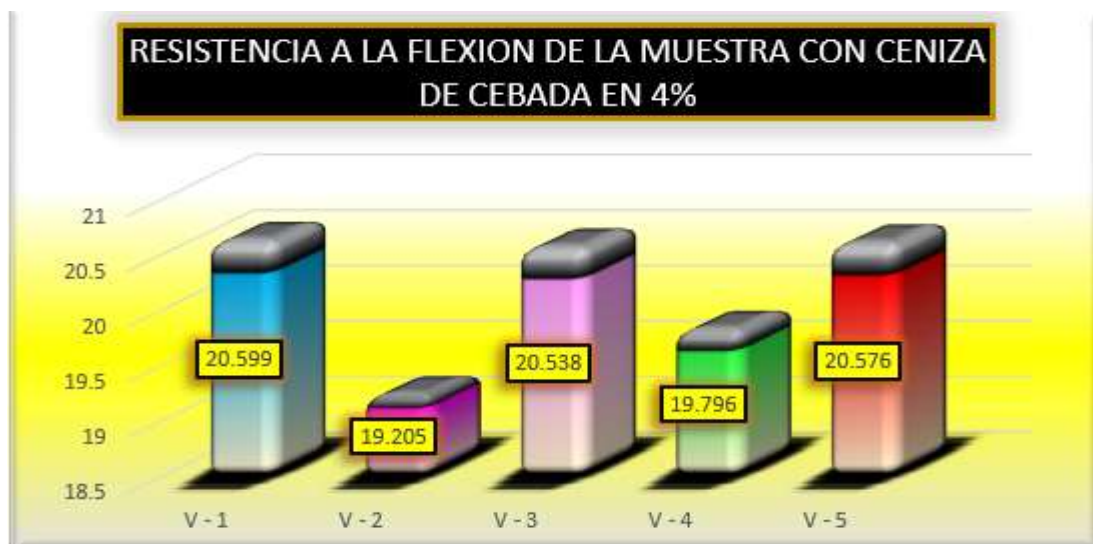
La tabla nos da a conocer los resultados correspondientes a la resistencia a la flexión de un concreto con incorporación de ceniza de cebada alcanzando una resistencia promedio de 20.143kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 14 días de edad del

concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

**Figura 34**

Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con CC 4% 14 días



Analizando múltiples permutaciones de muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de 20.143 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras.

**Tabla 38**

*Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ceniza de cebada 8% 14 días*

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD b (cm)
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			
MT-1	15.02	15.06	50.02	1355.78	20.153	
MT-2	15.01	15.05	50.08	1400.96	20.755	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1395.36	20.672	14
MT-4	14.98	15.03	50.07	1388.78	20.575	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1396.06	20.682	

La tabla nos da a conocer los resultados correspondientes a la resistencia a la flexión de un concreto con incorporación de ceniza de cebada alcanzando una resistencia promedio de 20.567kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 14 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

**Figura 35**

Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con CC 8% 14 días



Analizando múltiples permutaciones de muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de 20.567 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras.

**c) Resistencia a la flexión de las muestras a los 28 días**

**Tabla 39**

*Reporte de resistencias a la flexión de la muestra control a 28 días*

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			b (cm)
MT-1	15.02	15.06	50.02	1898.11	28.214	
MT-2	15.01	15.05	50.08	1826.65	27.061	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1748.65	25.906	28
MT-4	14.98	15.03	50.07	1895.79	28.086	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1878.26	27.826	

En la tabla se muestra la resistencia a la flexión de las muestras alcanzando un promedio soportando una resistencia de 27.419 kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 28 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

**Figura 36**

Comparativa de las resistencias a la flexión de las muestras patrón 28 días



Analizando múltiples muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de 27.419 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras.

**Tabla 40**

*Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ladrillo triturado 3% 28 días*

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD b (cm)
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			
MT-1	15.02	15.06	50.02	1910.79	28.403	
MT-2	15.01	15.05	50.08	1886.13	27.943	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1956.49	28.985	28
MT-4	14.98	15.03	50.07	1967.64	29.150	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1996.02	29.571	

La tabla nos da a conocer los resultados correspondientes a la resistencia a la flexión de un concreto con incorporación de ladrillo triturado alcanzando una resistencia promedio de 28.810kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 28 días de edad del

concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

**Figura 37**

Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con LT 3% 28 días



Analizando múltiples permutaciones de muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de 28.810 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras.

**Tabla 41**

Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ladrillo triturado 6% 28 días

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten Kg/cm2	EDAD b (cm)
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			
MT-1	15.02	15.06	50.02	1951.74	29.011	28
MT-2	15.01	15.05	50.08	1972.58	29.223	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1967.35	29.146	
MT-4	14.98	15.03	50.07	1983.74	29.389	



---

MT-5	14.89	15.01	50.07	1984.25	29.396
------	-------	-------	-------	---------	--------

---

La tabla nos da a conocer los resultados correspondientes a la resistencia a la flexión de un concreto con incorporación de ladrillo triturado alcanzando una resistencia promedio de 29.233kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 28 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

### Figura 38

Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con LT 6%  
28 días



Analizando múltiples permutaciones de muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de 29.233 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras.

**Tabla 42**

*Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ceniza de cebada 4% 28 días*

MUESTREO	PROMEDIO			Lectura (kg)	Resisten Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD
	b (cm)	h (cm)	L (cm)			
MT-1	15.02	15.06	50.02	1911.78	28.417	
MT-2	15.01	15.05	50.08	1951.36	28.909	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1983.35	29.383	28
MT-4	14.98	15.03	50.07	1890.02	28.000	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1922.01	28.474	

La tabla nos da a conocer los resultados correspondientes a la resistencia a la flexión de un concreto con incorporación de ceniza de cebada alcanzando una resistencia promedio de 28.637kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de

la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 28 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

**Figura 39**

Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con CC 4% 28 días



Analizando múltiples permutaciones de muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de 28.637 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras.

**Tabla 43**

*Resumen de mediciones de la capacidad de carga a la flexión de la muestra con ceniza de cebada 8% 28 días*

MUESTREO	PROMEDIO	EDAD
----------	----------	------

	<b>b (cm)</b>	<b>h (cm)</b>	<b>L (cm)</b>	<b>Lectura (kg)</b>	<b>Resisten Kg/cm<sup>2</sup></b>	
MT-1	15.02	15.06	50.02	1962.23	29.167	
MT-2	15.01	15.05	50.08	1951.96	28.918	
MT-3	14.99	15.04	50.08	1958.65	29.017	28
MT-4	14.98	15.03	50.07	1941.54	28.764	
MT-5	14.89	15.01	50.07	1946.99	28.844	

La tabla nos da a conocer los resultados correspondientes a la resistencia a la flexión de un concreto con incorporación de ceniza de cebada alcanzando una resistencia promedio de 28.942kg/cm<sup>2</sup>.

La tabla presenta un resumen de las resistencias a la flexión de la muestra patrón evaluada a los 7 días. Se incluyen las dimensiones promedio (ancho, altura y longitud) de cada una de las muestras identificadas como MT-1 a MT-5. Además, se muestran los resultados de la fuerza aplicada en kilogramos y la resistencia obtenida en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>). Todos los ensayos fueron realizados a los 28 días de edad del concreto, lo que permite analizar y comparar el rendimiento de las muestras bajo condiciones similares. Esta información es útil para evaluar la consistencia en el comportamiento de las muestras durante la prueba de flexión.

#### Figura 40

Comparativa del estudio de la capacidad de flexión lograda en las muestras tratadas con CC 8%  
28 días



Analizando múltiples permutaciones de muestras, hemos reunido resultados exhaustivos para un concreto típico, revelando una resistencia media de 28.942 kg/cm<sup>2</sup> en las muestras.

**Tabla 44**

*Resumen de las resistencias a los 28 días*

<b>RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN</b>	
<b>descripción</b>	<b>RESISTENCIAS (KG/CM2)</b>
<b>Muestra patrón</b>	27.41
<b>Muestra + LT 3%</b>	28.81
<b>Muestra + LT 6%</b>	28.23
<b>Muestra + CC 4%</b>	28.64
<b>Muestra + CC 8%</b>	28.94

Tenemos en la tabla el resumen de las resistencias a la flexión a los 28 días. En esta tabla podemos ver las muestras con diferentes dosificaciones y sus comportamientos variables, por ende se aprecia o se concluye que las muestras con ceniza de cebada tienden a tener el mejor comportamiento en lo que respecta a resistencia a flexión de estas.

**Figura 41**

*Estudio comparativo de las resistencias a flexión alcanzadas en 28 días*



La figura presenta una comparativa de la resistencia a la compresión a 28 días de diferentes mezclas de concreto, incluyendo una muestra patrón y otras con adiciones de ladrillo triturado (LT) y ceniza de cebada (CC), expresadas en megapascales (MPa). La muestra patrón alcanza una resistencia de 27.41 MPa, mientras que las muestras con LT 6% registran resistencias de 28.23 MPa y 28.81 MPa. Las mezclas con ceniza de cebada muestran resistencias más altas: 28.64 MPa con CC 4% y 28.94 MPa con CC 8%, siendo esta última la más resistente. En la parte inferior, una tabla refleja los valores de asentamiento (SLUMP) de cada mezcla, que varían entre 27.41 para la muestra patrón y 28.94 para la muestra con CC 8%, indicando un equilibrio entre trabajabilidad y resistencia en las diferentes formulaciones de concreto.

**Tabla 45**

*Porcentaje de cumplimiento de resistencias a la flexión en relación con el diseño*

---

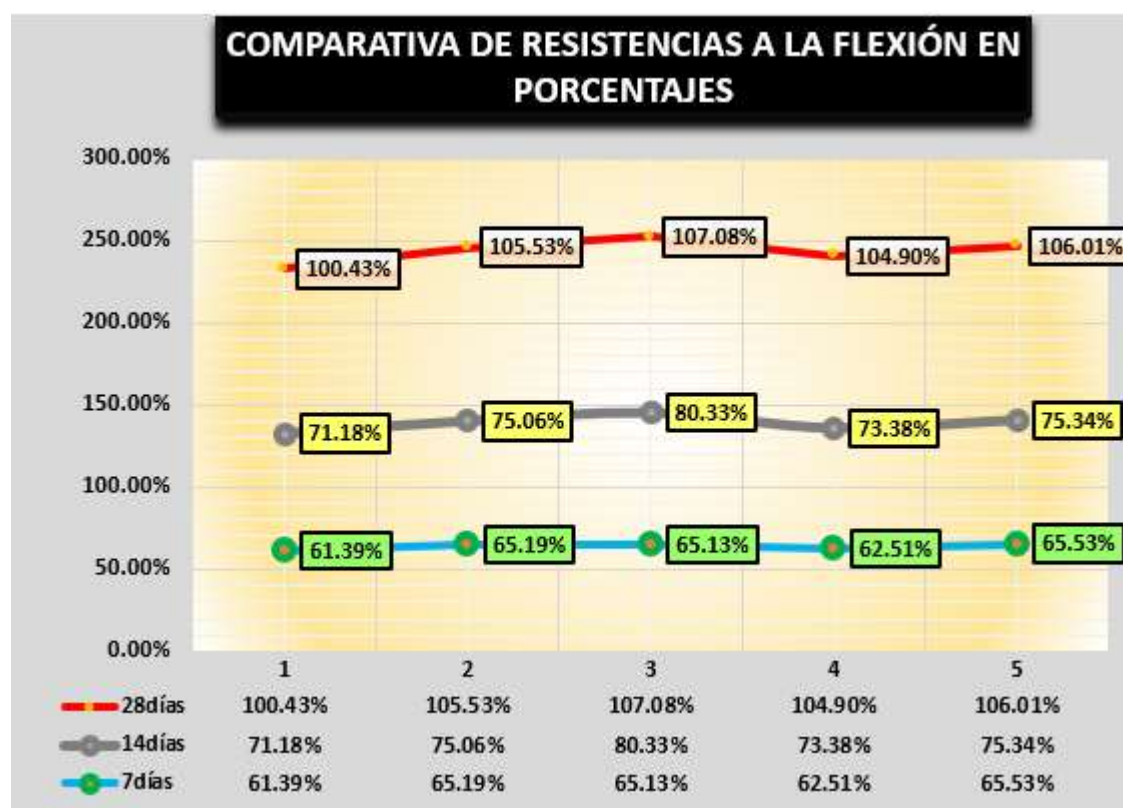
**RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

---

Muestra	7días	14días	28días
MP	61.39%	71.18%	100.43%
+3% LT	65.19%	75.06%	105.53%
+6% LT	65.13%	80.33%	107.08%
+4% CC	62.51%	73.38%	104.90%
+8% CC	65.53%	75.34%	106.01%

**Figura 42**

*Comparación de los porcentajes de fuerza flexural alcanzada*



La figura muestra una comparativa de resistencias a la flexión en porcentajes para diferentes muestras de concreto, evaluadas a los 7, 14 y 28 días. Las líneas de color representan cada uno de estos tiempos de curado: en rojo para los 28 días, en gris para los 14 días y en verde para los 7 días. La línea de los 28 días destaca con valores de resistencia más altos, comenzando en 100.43% en la primera muestra, alcanzando su máximo de 107.08% en la tercera muestra, y finalizando con 106.01% en la quinta. En el caso de las resistencias a 14 días, los porcentajes varían entre 71.18% y 80.33%, con su valor más alto en la tercera muestra y un comportamiento estable en el resto. Finalmente,

la resistencia a 7 días presenta los valores más bajos, comenzando en 61.39%, alcanzando su máximo de 65.19% en la segunda y última muestras, manteniendo un comportamiento uniforme entre las demás. Esta gráfica proporciona una clara representación de la evolución de las resistencias a la flexión a lo largo del tiempo, evidenciando un incremento significativo entre los 7 y 28 días.

## 4.2 Discusión de resultados

La evaluación comparativa de las propiedades mecánicas del hormigón con aditivos de ladrillo triturado y ceniza de cebada revela que los resultados son consistentes con investigaciones anteriores que destacan los beneficios del uso de materiales reciclados y subproductos agrícolas en la construcción. Las mediciones de resistencia a la compresión y flexión de diversas combinaciones a veces exceden las de la muestra de referencia, especialmente en formulaciones con una mayor concentración de ceniza de cebada. Esto se corresponde con las conclusiones de López et al. (2023), quienes afirman que los aditivos puzolánicos mejoran significativamente la resistencia a largo plazo mediante su interacción con el hidróxido de calcio.

Por el contrario, las mezclas que incluyen ladrillo triturado demuestran una mejor trabajabilidad del hormigón, lo que respalda las conclusiones de García y Pérez (2022), quienes afirman que los materiales porosos como el ladrillo triturado podrían aumentar la fluidez de la mezcla. Sin embargo, se observa una pequeña disminución en la resistencia a la compresión, lo que coincide con las conclusiones de Torres y Rodríguez (2021), quienes sugirieron que la mayor fragilidad del ladrillo en comparación con los agregados estándar puede afectar la capacidad de carga.

Además, el reducido impacto ambiental de la ceniza de cebada es evidente, ya que el uso de subproductos agrícolas no solo alivia los residuos, sino que también disminuye



la cantidad necesaria de cemento, como lo demuestra Hernández (2020) en su estudio sobre la sostenibilidad de materiales de construcción alternativos. Los datos sugieren que la combinación de ladrillo triturado y ceniza de cebada puede mejorar ciertas propiedades del hormigón; sin embargo, es fundamental modificar las proporciones para lograr un equilibrio entre resistencia y durabilidad.



## CONCLUSIONES

**Primera**, la adición de componentes adicionales, especialmente ladrillo triturado en concentraciones de 3% y 6%, dio lugar a una reducción de la trabajabilidad del concreto a 3,64" y 3,54" respectivamente. Mas sin embargo el valor más bajo alcanzado por parte de las adiciones fue de la ceniza de cebada alcanzando 3.51" estando aun dentro de los valores requeridos.

**Segundo**, el uso de una mezcla de ladrillo triturado y ceniza de cebada, en dosificaciones variables sobre el concreto, ha mostrado un efecto positivo en la resistencia a la compresión. La muestra original tenía una resistencia de 213.21 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, la adición de un 6% de ladrillo triturado produjo una mejora de la resistencia alcanzado hasta 225.79kg/cm<sup>2</sup>. Cuando se añadió un 8% de cenizas de cebada, la resistencia del material aumentó hasta 231.41kg/cm<sup>2</sup>.

**Tercera**, al incorporar ladrillo triturado en 6% y un 8% de cenizas de cebada, se mejoró la resistencia a la flexión del concreto. El concreto convencional tuvo una resistencia media de 27,41 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la muestra que contenía una mayor proporción de ladrillo triturado alcanzó una resistencia máxima de 28.81kg/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo, el concreto que contenía un 8% de cenizas de cebada mostró un incremento de la resistencia, situándose en 28,94 kg/cm<sup>2</sup>.



## RECOMENDACIONES

**Primera**, se requiere investigación adicional para comprender de forma exhaustiva la magnitud de las fluctuaciones de asentamiento que surgen de la utilización de diferentes cantidades de ladrillo triturado y ceniza de cebada respectivamente.

**Segunda**, se recomienda realizar estudios adicionales para tener una comprensión más completa de los distintos grados de resistencia que puede alcanzar el concreto con distintos niveles de dosificación. Esto ayudará a determinar el valor más ventajoso para los materiales analizados en esta investigación.

**Tercera**, es aconsejable emplear proporciones variables de cenizas de carbón y cenizas de semillas de eucalipto, ambas reciclables, como sustitutos alternativos de los materiales convencionales en la mezcla de concreto. El propósito de esta modificación es alcanzar una proporción óptima que mejore las propiedades del concreto, optimizando así su eficiencia.



## RECOMENDACIONES

- Alegría Acuña, E. R., & Lago Gonzales, K. J. (2021). Mejoramiento de la subrasante adicionando ceniza de cebada para el acceso al vertedero de la provincia de Andahuaylas Apurímac – 2021. *Repositorio Institucional - UCV*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77445>
- Alvarez, A. E., Espinosa, L. V., Ortiz, P. A., Hurtado, M. D., Cotes, L. E., & López, Y. M. (2019). Evaluación de la degradación por compactación de materiales granulares tipo subbase. *Revista EIA*, 16(31), Article 31.  
<https://doi.org/10.24050/reia.v16i31.746>
- Apaza Lazo, E. V., & Salcedo Tejeda, J. L. (2019). *Influencia de la Ceniza de Hoja de Maíz, Cáscara de Cebada y Bagazo de Caña de Azúcar (Materiales Puzolánicos Artificiales), Como Sustitutos Parciales del Cemento en la Resistencia del Concreto Para Diseños:  $F'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$  y  $f'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$  en la Ciudad de Arequipa.*  
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/8803>
- Bedoya Barrientos, L. A., & Condori Blanco, T. (2021). Influencia de ceniza de rastrojo de cebada y fibra de chillihua en un concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  , distrito Puno—Puno 2021. *Repositorio Institucional - UCV*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65602>
- 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>
- Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., & Camargo Casallas, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las



- competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140-174.  
<https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Coaquira Coaquira, D. (2022). Influencia de ceniza de tronco de eucalipto y stipa ichu en propiedades físico mecánicas del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Puno—2022.  
*Repositorio Institucional - UCV.*  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107131>
- Cruzado de la Cruz, H. Y., & Rivera Chuñe, B. (2019). *Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas.* <https://hdl.handle.net/20.500.14414/13159>
- Delgado Ramos, L. J. (2021). Propiedades físicas y mecánicas del concreto  $F'c = 245$  Kg/cm<sup>2</sup> elaborado con ladrillo triturado y concreto reciclado, Trujillo, La Libertad.  
*Repositorio Institucional - UCV.*  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91084>
- Espinoza Davila, A. E. (2021). Análisis comparativo de resistencia a compresión adicionando residuos de PVC y concreto convencional en losa de pavimento rígido, El Dorado. *Repositorio Institucional - UCV.*  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65107>
- Gomez Rojas, N. G. (2020, febrero 4). «Metodología de la investigación, ¿para qué?: La producción de los datos y los diseños», Néstor Cohen, Gabriela Gómez Rojas (2020). *Portal de la Comunicación.*  
<https://incom.uab.cat/portalcon/books/libros/metodologia-de-la-investigacion-para-que-la-produccion-de-los-datos-y-los-disenos-nessor-cohen-gabriela-gomez-rojas-2020/>
- Gómez-Gómez, A., Vinasco-Isaza, L. E., Lima, N. B. de, Tenório, J. A. S., Gómez-Gómez, A., Vinasco-Isaza, L. E., Lima, N. B. de, & Tenório, J. A. S. (2018). Relación entre el tamaño de partícula y el contenido de las fases cristalinas presentes en una



escoria de aluminio. *DYNA*, 85(206), 348-354.

<https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.74252>

Guadalupe Huamán, J. Y. (2019). Diseño de Ladrillo Artesanal con Vidrio Triturado y Puzolana para Mejorar sus Propiedades Físico—Mecánicas. *Repositorio Institucional - UPLA*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/796>

Guimaray Carranza, J. E. (2020). Resistencia del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por la combinación de 8% de cenizas de cebada y 24% de polvo de *Argopecten Purpuratus* (concha de abanico), Ancash-2020. *Universidad San Pedro*. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/20665>

Helmy, S. H., Tahwia, A. M., Mahdy, M. G., Abd Elrahman, M., Abed, M. A., & Youssf, O. (2023). The Use of Recycled Tire Rubber, Crushed Glass, and Crushed Clay Brick in Lightweight Concrete Production: A Review. *Sustainability*, 15(13), Article 13. <https://doi.org/10.3390/su151310060>

Huang, Q., Zhu, X., Xiong, G., Wang, C., Liu, D., & Zhao, L. (2021). Recycling of crushed waste clay brick as aggregates in cement mortars: An approach from macro- and micro-scale investigation. *Construction and Building Materials*, 274, 122068. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.122068>

Jannat, N., Hussien, A., Abdullah, B., & Cotgrave, A. (2020). Application of agro and non-agro waste materials for unfired earth blocks construction: A review. *Construction and Building Materials*, 254, 119346. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119346>

Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. En *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>



## ANEXOS

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional con la incorporación de ladrillo triturado y ceniza de cebada en la ciudad de Juliaca?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Determinar la incidencia de la incorporación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto convencional en la ciudad de Juliaca.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El uso del ladrillo triturado y ceniza de cebada mejoran significativamente las propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Juliaca.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA</p>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p> <p>Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p>	<p><b>Dimensiones:</b> <i>Proporciones de adición de cenizas de carbón mineral</i> MP +3% LT MP +6% LT MP +4% LT MP +8% LT</p>	
<p>¿Cuáles serán los efectos de la incorporación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en el asentamiento de la mezcla de concreto convencional de <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> en la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación de ladrillo triturado y ceniza de cebada en la resistencia a la compresión del concreto convencional de <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> en la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación de ladrillo triturado y ceniza de cebada en la resistencia a la flexión del concreto convencional de <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> en la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Determinar los efectos de la incorporación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en el asentamiento de la mezcla de concreto convencional de <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> en la ciudad de Juliaca.</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en la resistencia a la compresión del concreto convencional de <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> en la ciudad de Juliaca.</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en la resistencia a la flexión del concreto convencional de <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> en la ciudad de Juliaca.</p>	<p>La incorporación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en el concreto convencional mejorara significativamente el asentamiento de la muestra.</p> <p>La incorporación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en proporciones variables sobre la resistencia a la compresión de un concreto convencional en la ciudad de Juliaca son positivos.</p> <p>La incorporación del ladrillo triturado y ceniza de cebada en proporciones variables sobre la resistencia a la flexión de un concreto convencional en la ciudad de Juliaca son positivos.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL</p> <p><b>Dimensiones:</b> <i>Resistencia a la compresión</i> <i>Resistencia a la flexión</i></p>	



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

**PROYECTO** : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
 : ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 03 DE JUNIO DEL 2024

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>490.65</u>
N° 4	35.80	7.16	7.16	92.84	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>513.86</u>
					Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1326.85</u>
N° 8	209.36	41.87	49.03	50.97	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1635.10</u>
					<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 16	82.58	16.52	65.55	34.45	Wc+B =	<u>1841</u> Wc+B-W = <u>206</u>
N° 30	30.00	6.00	71.55	28.45	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{513.86}{1635.10 - 513.86} = 2.50$ gr/cm <sup>3</sup>
N° 50	38.95	7.79	79.34	20.66	<b>ABSORCIÓN</b>	
N° 100	13.15	2.63	81.97	18.03	B =	<u>513.86</u> B-A = <u>23.21</u>
N° 200	90.16	18.03	100.00	0.00	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{23.21 \times 100}{490.65} = 4.73$ %
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	Observaciones sobre el Análisis Granulométrico	
SUMA	500.00	25.00			Mf = MÓDULO DE FINEZA <u>3.55</u>	

#### AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>781.98</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada si n3*O7 <u>799.01</u>
					Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1326.85</u>
1"	844.63	8.45	8.45	91.55	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1826.47</u>
					<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/4"	1945.69	19.46	27.90	72.10	Wc+B =	<u>2126</u> Wc+B-W = <u>299</u>
1/2"	2225.02	22.25	50.15	49.85	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{799.01}{1826.47 - 799.01} = 2.67$ gr/cm <sup>3</sup>
3/8"	1843.86	18.44	68.59	31.41	<b>ABSORCIÓN</b>	
N° 4	2090.24	20.90	89.49	10.51	B =	<u>799.01</u> B-A = <u>17.03</u>
N° 8	1050.56	10.51	79.10	20.90	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{17.03 \times 100}{781.98} = 2.18$ %
FONDO	0.00	0.00	79.10	20.90	Observaciones sobre el Análisis Granulométrico	
SUMA	10000.00	100.00				

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 R.C.P. - INGENIERÍA CIVIL  
 MSc. Arquímedes Yano Torres



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



### PROYECTO

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

### SOLICITANTE

BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

### CANTERA

ISLA - AGREGADO GRUESO  
ISLA - AGREGADO FINO

### LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

### FECHA

03 DE JUNIO DEL 2024

## CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	421.56
P.T.M. SEC	405.42
P.TARRO	52.48
P AGUA	16.14
P.S.SECO	352.94
% HUMEDA	4.57

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	410.25
P.T.M. SECA	400.11
P.TARRO	52.76
P AGUA	10.14
P.S.SECO	347.35
% HUMEDAD	2.92

## PESOS UNITARIOS

### AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9799	6121	2103	1749
9863	6121	2103	1779
9725	6121	2103	1714
			1747

### AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9421	6121	2103	1569
9527	6121	2103	1620
9572	6121	2103	1641
			1610

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9774	6121	2103	1737
10125	6121	2103	1904
9742	6121	2103	1722
			1788

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9733	6121	2103	1718
9834	6121	2103	1766
9903	6121	2103	1798
			1761

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADAS POR LOS TESISISTAS EN LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP 103257



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

**PROYECTO** : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
: ISLA - AGREGADO FINO

**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : 03 DE JUNIO DEL 2024

### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
ACI 211.1.81

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

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

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

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

### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.67	2.50
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1761	1788
P.U. Suelto	1610	1747
% de Absorción	2.18	4.73
% de Humedad Natural	2.92	4.57
Modulo de Fineza	-	3.55

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal  $3/4"$  (19.05mm)
- 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:  $205 \text{ Lt/m}^3$
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de:  $2.0 \%$
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de:  $0.56$
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$( 205 \text{ Lt/m}^3 ) / ( 0.56 ) = 366 \text{ Kg/m}^3$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
VICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
M.S.C.A. JEFATURA  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres



7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.55 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1761 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.545 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.545) \cdot (1761) = 960 \text{ Kg/m}^3$$

8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

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

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= (366) / (2.85 \cdot 1000) = 0.128 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= (960) / (2.67 \cdot 1000) = 0.360 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volúmen sub total} &= \underline{0.713} \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.713) = 0.287 \text{ m}^3$$

$$(0.287) \cdot (2.50) \cdot 1000 = 717 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &(960) \cdot (1.029192) = 988 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &(717) \cdot (1.0457) = 749 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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:

$$205 - 960 \cdot \left( \frac{2.92 - 2.18}{100} \right) - 717 \cdot \left( \frac{4.57 - 4.73}{100} \right) = 199$$

### DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	199	0.54
Agreg. Grueso	960	2.62	988	2.70
Agreg. Fino	717	1.96	749	2.05
Aire	2.0 %		2.0 %	

### 8.61 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO

#### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	: 42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	: 87.01 Kg.
Agregado grueso húmedo	: 114.73 Kg.
Agua efectiva	: 23.10 Kg.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
C.P. 102257



## DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

1.0 Bolsa de Cemento:

Redondeo

- |                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| - 1.76 p3 de Arena           | 1.8 p3 de Arena           |
| - 2.52 p3 de Piedra Chancada | 2.5 p3 de Piedra Chancada |
| - 23 Lt de Agua              | 23 Lt de Agua             |

## RECOMENDACIONES

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

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

## OBSERVACIONES:

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

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ  
VICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A. JEPATURA JALISCO  
Mgtr. Armando Yana Torres  
CIP 103257



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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

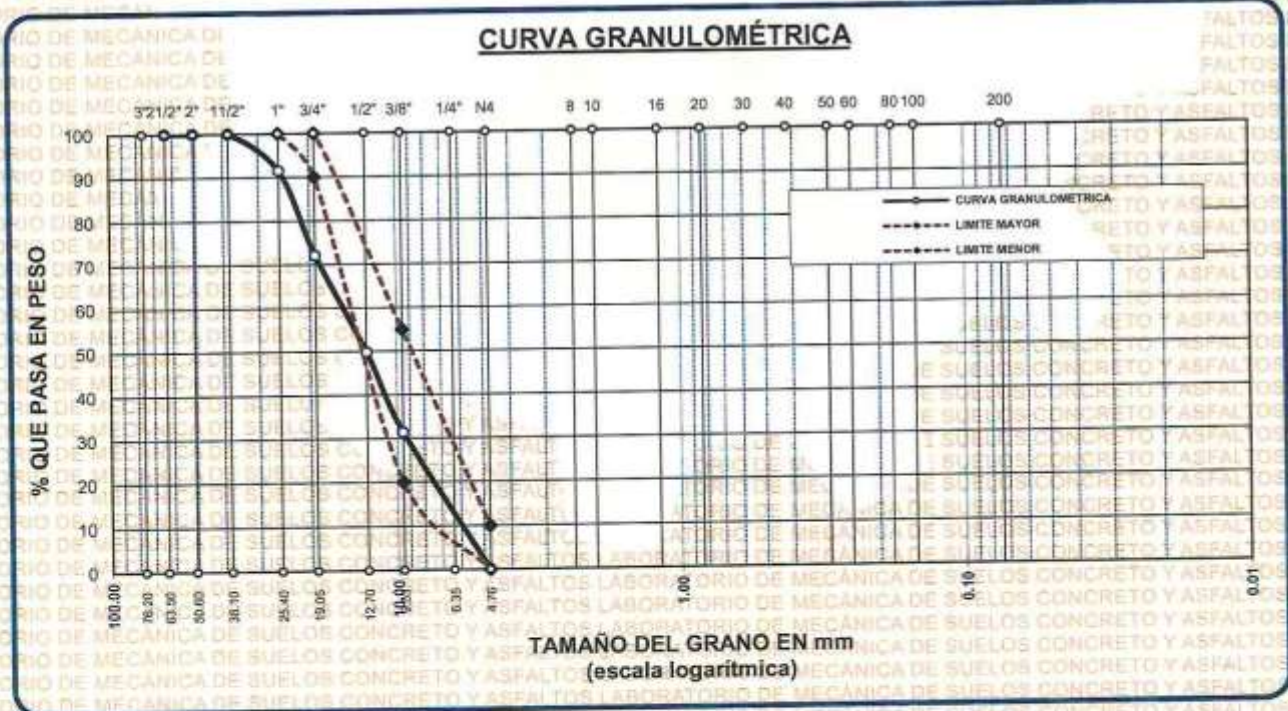
**SOLICITANTE** : BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

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

**FECHA** : 03 DE JUNIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 10000 gr.  Tamaño máx. nominal = 3/4"  <b>OBSERVACIONES:</b>
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	844.63	8.45	8.45	91.55	100 %	
3/4"	19.050	1945.69	19.46	27.90	72.10	90 - 100 %	
1/2"	12.700	2225.02	22.25	50.15	49.85	20 - 55 %	
3/8"	9.525	1843.86	18.44	68.59	31.41		
1/4"	6.350					0 - 10 %	
No4	4.760	1050.56	10.51	79.10	20.90		
BASE		0.00	0.00	79.1	20.9		
TOTAL		10000.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

*Elias Elvis Torres Aduviri*  
CIP: 703257



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



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
: ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 03 DE JUNIO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	6121 gr	6121 gr	6121 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm <sup>3</sup>	2077 cm <sup>3</sup>	2077 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9799.00 gr	9863.00 gr	9725.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3678.00 gr	3742.00 gr	3604.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.770 gr/cm <sup>3</sup>	1.801 gr/cm <sup>3</sup>	1.735 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.769 gr/cm <sup>3</sup>	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	6121 gr	6121 gr	6121 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm <sup>3</sup>	2077 cm <sup>3</sup>	2077 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9774.00 gr	10125.00 gr	9742.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3653.00 gr	4004.00 gr	3621.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.758 gr/cm <sup>3</sup>	1.927 gr/cm <sup>3</sup>	1.743 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.810 gr/cm <sup>3</sup>	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CALZADA INGENIERÍA CIVIL  
M.S.C.A. JEFATURA  
Mgtr. Arnoldo Yana Torres  
CIP: 403257



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



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

                  : ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 03 DE JUNIO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	6121 gr	6121 gr	6121 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9421.00 gr	9527.00 gr	9572.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3300.00 gr	3406.00 gr	3451.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.031 gr/cm <sup>3</sup>	1.064 gr/cm <sup>3</sup>	1.078 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.058 gr/cm <sup>3</sup>	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	6121 gr	6121 gr	6121 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GÓLPE POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9733.00 gr	9834.00 gr	9903.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3612.00 gr	3713.00 gr	3782.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.129 gr/cm <sup>3</sup>	1.160 gr/cm <sup>3</sup>	1.182 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.157 gr/cm <sup>3</sup>	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

  
 ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI  
 CIP 103257





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



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

- PROYECTO** : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA
- SOLICITANTE** : BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI
- CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
: ISLA - AGREGADO FINO
- LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
- FECHA** : 03 DE JUNIO DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	421.56
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	405.42
PESO DEL TARRO (gr.)	52.48
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	369.08
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	352.94
PESO DEL AGUA (gr.)	16.14
% HUMEDAD	4.57

MUESTRA : AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	410.25
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	400.11
PESO DEL TARRO (gr.)	52.76
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	357.49
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	347.35
PESO DEL AGUA (gr.)	10.14
% HUMEDAD	2.92

**OBSERVACIONES:**

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - C.P. INGENIERÍA CIVIL

Elías Elvis Torres Aduviri



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

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA**

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE**

BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

03 - JUNIO - 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	24719	15.01	176.95	139.69	210	03/06/2024	10/06/2024	7	66.52
2	B - 2	24922	14.98	176.24	141.41	210	03/06/2024	10/06/2024	7	67.34
3	B - 3	25174	15.01	176.95	142.27	210	03/06/2024	10/06/2024	7	67.75
4	B - 4	24335	14.98	176.24	138.08	210	03/06/2024	10/06/2024	7	65.75
5	B - 5	24196	15.01	176.95	136.74	210	03/06/2024	10/06/2024	7	65.11
Promedio De Esf. Rotura					139.64					66.49

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	33729	15.01	176.95	190.61	210	03/06/2024	17/06/2024	14	90.77
2	B - 2	34184	15.01	176.95	193.18	210	03/06/2024	17/06/2024	14	91.99
3	B - 3	34136	14.98	176.24	193.69	210	03/06/2024	17/06/2024	14	92.23
4	B - 4	33925	14.98	176.24	192.49	210	03/06/2024	17/06/2024	14	91.66
5	B - 5	34063	15.01	176.95	192.50	210	03/06/2024	17/06/2024	14	91.67
Promedio De Esf. Rotura					192.49					91.66

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	38041	15.01	176.95	214.98	210	03/06/2024	01/07/2024	28	102.37
2	B - 2	37687	15.01	176.95	212.98	210	03/06/2024	01/07/2024	28	101.42
3	B - 3	37223	15.01	176.95	210.36	210	03/06/2024	01/07/2024	28	100.17
4	B - 4	38004	14.98	176.24	215.63	210	03/06/2024	01/07/2024	28	102.68
5	B - 5	37528	15.01	176.95	212.08	210	03/06/2024	01/07/2024	28	100.99
Promedio De Esf. Rotura					213.21					101.53

**OBSERVACIONES:**

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Prof. *Elías Elvis Torres*  
DIP. 109219



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE:** BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

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

**FECHA:** 03 - JUNIO - 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 3% DE LADRILLO TRITURADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	26036	15.01	176.95	147.14	210	03/06/2024	10/06/2024	7	70.07	
2	B - 2	27152	15.01	176.95	153.44	210	03/06/2024	10/06/2024	7	73.07	
3	B - 3	26975	14.98	176.24	153.06	210	03/06/2024	10/06/2024	7	72.88	
4	B - 4	26836	14.98	176.24	152.27	210	03/06/2024	10/06/2024	7	72.51	
5	B - 5	27185	15.01	176.95	153.63	210	03/06/2024	10/06/2024	7	73.16	
Promedio De Esf. Rotura					151.91						72.34

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	35696	15.01	176.95	201.73	210	03/06/2024	17/06/2024	14	96.06	
2	B - 2	36478	15.01	176.95	206.15	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.17	
3	B - 3	35636	15.01	176.95	201.39	210	03/06/2024	17/06/2024	14	95.90	
4	B - 4	36125	15.01	176.95	204.15	210	03/06/2024	17/06/2024	14	97.22	
5	B - 5	35736	15.01	176.95	201.96	210	03/06/2024	17/06/2024	14	96.17	
Promedio De Esf. Rotura					203.08						96.70

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	38452	15.01	176.95	217.30	210	03/06/2024	01/07/2024	28	103.48	
2	B - 2	39012	14.98	176.24	221.35	210	03/06/2024	01/07/2024	28	105.41	
3	B - 3	39080	15.01	176.95	220.85	210	03/06/2024	01/07/2024	28	105.17	
4	B - 4	38745	15.01	176.95	218.96	210	03/06/2024	01/07/2024	28	104.27	
5	B - 5	38856	15.01	176.95	219.59	210	03/06/2024	01/07/2024	28	104.57	
Promedio De Esf. Rotura					219.61						104.58

**OBSERVACIONES:**

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - PAR. INGENIERÍA CIVIL

Msc. Arnulfo Yano Torres



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA** : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

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

**FECHA** : 03 - JUNIO - 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 6% DE LADRILLO TRITURADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	27479	15.01	176.95	155.29	210	03/06/2024	10/06/2024	7	73.95
2	B - 2	27765	15.01	176.95	156.91	210	03/06/2024	10/06/2024	7	74.72
3	B - 3	27632	15.01	176.95	156.16	210	03/06/2024	10/06/2024	7	74.36
4	B - 4	27479	15.01	176.95	155.29	210	03/06/2024	10/06/2024	7	73.95
5	B - 5	27746	15.01	176.95	156.80	210	03/06/2024	10/06/2024	7	74.67
Promedio De Esf. Rotura					156.09					74.33

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	36451	15.01	176.95	206.00	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.09
2	B - 2	36765	15.01	176.95	207.77	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.94
3	B - 3	36725	15.01	176.95	207.54	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.83
4	B - 4	36854	15.01	176.95	208.27	210	03/06/2024	17/06/2024	14	99.18
5	B - 5	36678	15.01	176.95	207.28	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.70
Promedio De Esf. Rotura					207.37					98.75

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	39526	15.01	176.95	223.37	210	03/06/2024	01/07/2024	28	106.37
2	B - 2	40226	15.01	176.95	227.33	210	03/06/2024	01/07/2024	28	108.25
3	B - 3	40152	15.01	176.95	226.91	210	03/06/2024	01/07/2024	28	108.05
4	B - 4	39882	14.98	176.24	226.29	210	03/06/2024	01/07/2024	28	107.76
5	B - 5	39825	15.01	176.95	225.06	210	03/06/2024	01/07/2024	28	107.17
Promedio De Esf. Rotura					225.79					107.52

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDAS VELÁSQUEZ"  
E.I.C.P. - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
*[Signature]*  
Ing. Armando Yana Torres  
C.I.P. 113257



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

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA**

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE**

BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

03 - JUNIO - 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 4% DE CENIZA DE CEBADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	26076	15.01	176.95	147.36	210	03/06/2024	10/06/2024	7	70.17
2	B - 2	25987	15.01	176.95	146.86	210	03/06/2024	10/06/2024	7	69.93
3	B - 3	26194	15.01	176.95	148.03	210	03/06/2024	10/06/2024	7	70.49
4	B - 4	26116	15.01	176.95	147.59	210	03/06/2024	10/06/2024	7	70.26
5	B - 5	26295	15.01	176.95	148.60	210	03/06/2024	10/06/2024	7	70.76
Promedio De Esf. Rotura					147.69					70.33

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	36446	15.01	176.95	205.97	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.08
2	B - 2	35455	15.01	176.95	200.37	210	03/06/2024	17/06/2024	14	95.41
3	B - 3	35473	15.01	176.95	200.47	210	03/06/2024	17/06/2024	14	95.46
4	B - 4	35219	14.98	176.24	199.83	210	03/06/2024	17/06/2024	14	95.16
5	B - 5	35167	15.01	176.95	198.74	210	03/06/2024	17/06/2024	14	94.64
Promedio De Esf. Rotura					201.07					95.75

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	38465	15.01	176.95	217.38	210	03/06/2024	01/07/2024	28	103.51
2	B - 2	39412	15.01	176.95	222.73	210	03/06/2024	01/07/2024	28	106.06
3	B - 3	39125	15.01	176.95	221.11	210	03/06/2024	01/07/2024	28	105.29
4	B - 4	39125	14.98	176.24	221.99	210	03/06/2024	01/07/2024	28	105.71
5	B - 5	39124	15.01	176.95	221.10	210	03/06/2024	01/07/2024	28	105.29
Promedio De Esf. Rotura					220.86					105.17

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

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

*[Firma]*  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP 107287



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA** : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI  
**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** : 03 - JUNIO - 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 8% CENIZA DE CEBADA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	27465	15.01	176.95	155.21	210	03/06/2024	10/06/2024	7	73.91	
2	B - 2	27132	15.01	176.95	153.33	210	03/06/2024	10/06/2024	7	73.01	
3	B - 3	27444	15.01	176.95	155.09	210	03/06/2024	10/06/2024	7	73.85	
4	B - 4	27977	15.01	176.95	158.11	210	03/06/2024	10/06/2024	7	75.29	
5	B - 5	27147	15.01	176.95	153.42	210	03/06/2024	10/06/2024	7	73.06	
Promedio De Esf. Rotura					155.03						73.82

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	36759	15.01	176.95	207.74	210	03/06/2024	17/06/2024	14	98.92	
2	B - 2	36173	15.01	176.95	204.42	210	03/06/2024	17/06/2024	14	97.35	
3	B - 3	35959	15.01	176.95	203.22	210	03/06/2024	17/06/2024	14	96.77	
4	B - 4	35985	14.98	176.24	204.18	210	03/06/2024	17/06/2024	14	97.23	
5	B - 5	35735	15.01	176.95	201.95	210	03/06/2024	17/06/2024	14	96.17	
Promedio De Esf. Rotura					204.30						97.29

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	B - 1	40646	15.01	176.95	229.70	210	03/06/2024	01/07/2024	28	109.38	
2	B - 2	40598	15.01	176.95	229.43	210	03/06/2024	01/07/2024	28	109.25	
3	B - 3	41162	15.01	176.95	232.62	210	03/06/2024	01/07/2024	28	110.77	
4	B - 4	41079	14.98	176.24	233.08	210	03/06/2024	01/07/2024	28	110.99	
5	B - 5	41088	15.01	176.95	232.20	210	03/06/2024	01/07/2024	28	110.57	
Promedio De Esf. Rotura					231.41						110.19

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 JEFATURA  
 Mestr. Armando Yana Torres  
 CIP 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE:** BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADEVIRI  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** 03 JUNIO 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN VIGA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1078.46	16.031	16.76	03/06/2024	10/06/2024	7
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1186.95	17.584		03/06/2024	10/06/2024	7
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1059.78	15.753		03/06/2024	10/06/2024	7
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1176.56	17.489		03/06/2024	10/06/2024	7
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1143.79	16.945		03/06/2024	10/06/2024	7
						16.760				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1340.32	19.923	19.43	03/06/2024	17/06/2024	14
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1355.98	20.089		03/06/2024	17/06/2024	14
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1222.32	18.108		03/06/2024	17/06/2024	14
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1238.05	18.341		03/06/2024	17/06/2024	14
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1392.62	20.700		03/06/2024	17/06/2024	14
						19.432				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1898.11	28.214	27.42	03/06/2024	01/07/2024	28
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1826.65	27.061		03/06/2024	01/07/2024	28
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1748.65	25.906		03/06/2024	01/07/2024	28
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1895.79	28.066		03/06/2024	01/07/2024	28
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1878.26	27.826		03/06/2024	01/07/2024	28
						27.419				

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERRES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Elías Elvis Torres Adeviri



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

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA** : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE** : BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

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

**FECHA** : 03 JUNIO 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 3% DE LADRILLO TRITURADO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura -dial	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V - 1	15.0	15.0	50.0	1246.25	18.525	17.80	03/06/2024	10/06/2024	7
2	V - 2	15.0	15.0	50.0	1188.81	17.612		03/06/2024	10/06/2024	7
3	V - 3	15.0	15.0	50.0	1162.65	17.224		03/06/2024	10/06/2024	7
4	V - 4	15.0	15.0	50.0	1178.16	17.454		03/06/2024	10/06/2024	7
5	V - 5	15.0	15.0	50.0	1226.19	18.166		03/06/2024	10/06/2024	7
						17.796				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura -dial	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V - 1	15.0	15.0	50.0	1396.13	20.753	20.49	03/06/2024	17/06/2024	14
2	V - 2	15.0	15.0	50.0	1345.46	19.933		03/06/2024	17/06/2024	14
3	V - 3	15.0	15.0	50.0	1394.16	20.654		03/06/2024	17/06/2024	14
4	V - 4	15.0	15.0	50.0	1426.02	21.126		03/06/2024	17/06/2024	14
5	V - 5	15.0	15.0	50.0	1349.61	19.994		03/06/2024	17/06/2024	14
						20.492				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura -dial	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V - 1	15.0	15.0	50.0	1910.79	28.403	28.81	03/06/2024	01/07/2024	28
2	V - 2	15.0	15.0	50.0	1886.13	27.943		03/06/2024	01/07/2024	28
3	V - 3	15.0	15.0	50.0	1956.49	28.985		03/06/2024	01/07/2024	28
4	V - 4	15.0	15.0	50.0	1967.64	29.150		03/06/2024	01/07/2024	28
5	V - 5	15.0	15.0	50.0	1996.02	29.571		03/06/2024	01/07/2024	28
						28.810				

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CERDEIRO VELÁSQUEZ"  
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Elías Elvís Torres Aduviri



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

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA**

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y GENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE**

BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

03 JUNIO 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 6% DE LADRILLO TRITURADO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1126.14	16.739	17.78	03/06/2024	10/06/2024	7
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1249.26	18.508		03/06/2024	10/06/2024	7
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1126.63	16.691		03/06/2024	10/06/2024	7
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1296.23	19.203		03/06/2024	10/06/2024	7
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1199.26	17.767		03/06/2024	10/06/2024	7
						17.782				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1482.25	22.033	21.95	03/06/2024	17/06/2024	14
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1426.09	21.127		03/06/2024	17/06/2024	14
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1500.74	22.233		03/06/2024	17/06/2024	14
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1501.14	22.239		03/06/2024	17/06/2024	14
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1491.29	22.093		03/06/2024	17/06/2024	14
						21.945				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1951.74	29.011	29.23	03/06/2024	01/07/2024	28
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1972.58	29.223		03/06/2024	01/07/2024	28
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1967.35	29.146		03/06/2024	01/07/2024	28
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1983.74	29.389		03/06/2024	01/07/2024	28
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1984.25	29.396		03/06/2024	01/07/2024	28
						29.233				

**OBSERVACIONES:**

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

  
 Mgtr. Arnoldo Yana Torres  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 UANCV-JULIACA



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

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**TEMA**

**SOLICITANTE**

**LUGAR**

**FECHA**

BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUMIRI  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
03 JUNIO 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 4% DE CENIZA DE CEBADA

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1122.75	16.689	17.07	03/06/2024	10/06/2024	7
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1074.69	15.921		03/06/2024	10/06/2024	7
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1185.25	17.559		03/06/2024	10/06/2024	7
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1176.78	17.434		03/06/2024	10/06/2024	7
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1196.32	17.723		03/06/2024	10/06/2024	7
						17.065				

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1385.78	20.599	20.14	03/06/2024	17/06/2024	14
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1296.36	19.205		03/06/2024	17/06/2024	14
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1386.32	20.538		03/06/2024	17/06/2024	14
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1336.25	19.796		03/06/2024	17/06/2024	14
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1388.91	20.576		03/06/2024	17/06/2024	14
						20.143				

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V-1	15.0	15.0	50.0	1911.78	28.417	28.64	03/06/2024	01/07/2024	28
2	V-2	15.0	15.0	50.0	1951.36	28.909		03/06/2024	01/07/2024	28
3	V-3	15.0	15.0	50.0	1983.35	29.383		03/06/2024	01/07/2024	28
4	V-4	15.0	15.0	50.0	1890.02	28.000		03/06/2024	01/07/2024	28
5	V-5	15.0	15.0	50.0	1922.01	28.474		03/06/2024	01/07/2024	28
						28.637				

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

  
 Aracely Yana Torres  
 CIP: 103257





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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA**

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

**SOLICITANTE**

BACHILLER ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

03 JUNIO 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 8% DE CENIZA DE CEBADA

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V - 1	15.0	15.0	50.0	1246.86	18.534	17.89	03/06/2024	10/06/2024	7
2	V - 2	15.0	15.0	50.0	1189.36	17.620		03/06/2024	10/06/2024	7
3	V - 3	15.0	15.0	50.0	1183.36	17.531		03/06/2024	10/06/2024	7
4	V - 4	15.0	15.0	50.0	1199.74	17.774		03/06/2024	10/06/2024	7
5	V - 5	15.0	15.0	50.0	1214.25	17.989		03/06/2024	10/06/2024	7
						17.890				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V - 1	15.0	15.0	50.0	1355.78	20.153	20.57	03/06/2024	17/06/2024	14
2	V - 2	15.0	15.0	50.0	1400.96	20.755		03/06/2024	17/06/2024	14
3	V - 3	15.0	15.0	50.0	1395.36	20.672		03/06/2024	17/06/2024	14
4	V - 4	15.0	15.0	50.0	1388.78	20.575		03/06/2024	17/06/2024	14
5	V - 5	15.0	15.0	50.0	1396.06	20.682		03/06/2024	17/06/2024	14
						20.567				

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura - dial	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	V - 1	15.0	15.0	50.0	1962.23	29.167	28.94	03/06/2024	01/07/2024	28
2	V - 2	15.0	15.0	50.0	1951.96	28.918		03/06/2024	01/07/2024	28
3	V - 3	15.0	15.0	50.0	1958.65	29.017		03/06/2024	01/07/2024	28
4	V - 4	15.0	15.0	50.0	1941.54	28.764		03/06/2024	01/07/2024	28
5	V - 5	15.0	15.0	50.0	1946.99	28.844		03/06/2024	01/07/2024	28
						28.942				

**OBSERVACIONES:**

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL

*[Firma]*  
Elías Elvis Torres Aduviri





ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 09-10-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ELIAS ELVIS TORRES ADUVIRI

Dirección: Jr. JOSE MARIA EGUREN 615 Urb. CINC. MIRAFLORES

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 74020452

Teléfono: 933 802 384 email: eliastorres019@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LADRILLO TRITURADO

Y CENIZA DE CEBADA EN LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): LADRILLO TRITURADO, CENIZA, CEBADA, RESISTENCIA A COMPRESIÓN

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

09-10-2024

Fecha