



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



**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL  
Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO  
DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE  
LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**2025**



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL**  
**Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO**  
**DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE**  
**LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE**

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:

  
\_\_\_\_\_  
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

:

  
\_\_\_\_\_  
Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

ASESOR DE TESIS

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1200-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 30 de septiembre del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025 - CU - 8900 presentado por el (la) Bachiller: **ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE** 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. **ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025**, 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. LEONEL SUASACA PELINCO
- \* **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- \* **2do Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

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

**ARTICULO TERCERO.** - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : viernes 10 de octubre del 2025
- \* **HORA** : 14:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 306 - 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. OSCAR V. VIAMONTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (s)



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 811-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 08 de agosto del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU - 910 por el señor (a): **ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 635- 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 046- 2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 046- 2025 **aprobandolo** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
  
Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 32730

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

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 567-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 26 de junio del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU- 6853, presentado por el señor (a) **ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 393-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 014-2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE** ha presentado su propuesta de investigación titulada: **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 014-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025**.

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 señor (a): **ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. OSCAR V. VIANONTE CALLA  
DECANO (e)  
GTP. 32730



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

Dr. Prile Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2025  
Interesado (a)



# 21% Similitud general

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

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 13% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 18% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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


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



### Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	44752765
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0002-5190-3843">https://orcid.org/0009-0002-5190-3843</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02428673
<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: Azángaro          Distrito: Azángaro          Latitud: S 14° 54' 35"          Longitud: O 70° 50' 50"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/dkugBqkTMhLihxp59">https://maps.app.goo.gl/dkugBqkTMhLihxp59</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 – setiembre 2025
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p><b>Ingeniería Civil</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a>  <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></p>


  
 Dr. Fritz Willy Almondi Ayuso  
 DIRECTOR  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE, identificado con DNI Nro. 44752765, 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:

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO

CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS

DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 10 de noviembre del 2025

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)

  
Huella



## DEDICATORIA

*Me gustaría expresar mi gratitud a mi familia, en especial a mis padres, que han estado a mi lado y me han apoyado desde que emprendí este viaje.*



## AGRADECIMIENTO

*Me gustaría expresar mi gratitud a todos y cada uno de los estudiantes, profesores y miembros del personal de la institución que han contribuido a la creación de esta investigación aportando sus conocimientos, experiencia y orientación.*



# ÍNDICE GENERAL

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

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

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



1.7. Operacionalización de variables .....	20
--	----

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	22
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	22
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	24
2.1.3. Antecedentes locales.....	26
2.2. Bases teóricas .....	27
2.2.1. Mortero .....	27
2.2.2. Componentes de albañilería .....	36
2.2.3. Polvo de caucho .....	39
2.2.4. Características del mortero.....	41
2.3. Marco conceptual .....	45

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación .....	47
3.2. Tipo de la investigación .....	47
3.3. Nivel de la investigación .....	48
3.4. Diseño de la investigación .....	48
3.5. Método de la investigación .....	49
3.6. Población y muestra .....	50
3.6.1. Población.....	50
3.6.2. Muestra .....	50
3.7. Técnicas e instrumentos.....	51
3.7.1. Técnicas.....	51
3.7.2. Instrumentos.....	52
3.8. Plan de recolección y procesamiento de datos .....	54
3.8.1. Desarrollo del plan de recolección de datos .....	54
3.8.2. Procesamiento y análisis de datos.....	62



### CAPÍTULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Resultados obtenidos .....	64
4.1.1.	Proporciones de materiales para la elaboración de mortero tradicional y mortero modificado con polvo de caucho.....	68
4.1.2.	Resistencia a la compresión de cubos de mortero tradicional y cubos de mortero combinados con polvo de caucho.....	68
4.1.3.	Resistencia a la compresión de pilas de ladrillo y mortero tradicional y pilas de ladrillo con mortero combinado con polvo de caucho.....	78
4.2.	Discusión de resultados.....	88
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>90</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>92</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>94</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>97</b>



### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables .....	21
<b>Tabla 2</b> Metodos para determinar $f'm$ y $v'm$ .....	31
<b>Tabla 3</b> Resistencias características de unidades de albañilería Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ).....	31
<b>Tabla 4</b> Parámetros granulométricos de la arena .....	32
<b>Tabla 5</b> Especificaciones del mortero .....	33
<b>Tabla 6</b> Muestras para los ensayos de pilas de albañilería y cubos de mortero.....	51
<b>Tabla 7</b> Peso específico y absorción de agregados.....	64
<b>Tabla 8</b> Granulometría del agregado fino .....	64
<b>Tabla 9</b> Pesos unitarios del agregado .....	65
<b>Tabla 10</b> Datos de materiales .....	66
<b>Tabla 11</b> Dosificación final.....	67
<b>Tabla 12</b> Dosificación final con adición de polvo de caucho .....	68
<b>Tabla 13</b> Resistencia de cubos de mortero - 7 días .....	68
<b>Tabla 14</b> Resistencia de cubos de mortero - 14 días .....	69
<b>Tabla 15</b> Resistencia de cubos de mortero - 28 días .....	69
<b>Tabla 16</b> Resistencia de cubos de mortero + 4% PC - 7 días .....	70
<b>Tabla 17</b> Resistencia de cubos de mortero + 4% PC - 14 días .....	70
<b>Tabla 18</b> Resistencia de cubos de mortero + 4% PC - 28 días .....	71
<b>Tabla 19</b> Resistencia de cubos de mortero + 8% PC - 7 días .....	71
<b>Tabla 20</b> Resistencia de cubos de mortero + 8% PC - 14 días .....	72
<b>Tabla 21</b> Resistencia de cubos de mortero + 8% PC - 28 días .....	72
<b>Tabla 22</b> Resistencia de cubos de mortero + 12% PC - 7 días .....	73
<b>Tabla 23</b> Resistencia de cubos de mortero + 12% PC - 14 días .....	73
<b>Tabla 24</b> Resistencia de cubos de mortero + 12% PC - 28 días .....	74
<b>Tabla 25</b> Comparativa de resistencias muestras + 4%, 8%, 12% a los 7 días .....	74
<b>Tabla 26</b> Comparativa de resistencias muestras + 4%, 8%, 12% a los 14 días .....	75



<b>Tabla 27</b>	Comparativa de resistencias muestras + 4%, 8%, 12% a los 28 días .....	76
<b>Tabla 28</b>	Comparativa de resistencias MP + %PC tras los 7, 14 y 28 días .....	77
<b>Tabla 29</b>	Resistencia de cubos de mortero - 7 días .....	78
<b>Tabla 30</b>	Resistencia de cubos de mortero - 14 días .....	78
<b>Tabla 31</b>	Resistencia de cubos de mortero - 28 días .....	79
<b>Tabla 32</b>	Resistencia de cubos de mortero + 4% PC - 7 días .....	79
<b>Tabla 33</b>	Resistencia de cubos de mortero + 4% PC - 14 días .....	80
<b>Tabla 34</b>	Resistencia de cubos de mortero + 4% PC - 28 días .....	80
<b>Tabla 35</b>	Resistencia de cubos de mortero + 8% PC - 7 días .....	81
<b>Tabla 36</b>	Resistencia de cubos de mortero + 8% PC - 14 días .....	81
<b>Tabla 37</b>	Resistencia de cubos de mortero + 8% PC - 28 días .....	82
<b>Tabla 38</b>	Resistencia de cubos de mortero + 12% PC - 7 días .....	82
<b>Tabla 39</b>	Resistencia de cubos de mortero + 12% PC - 14 días .....	83
<b>Tabla 40</b>	Resistencia de cubos de mortero + 12% PC - 28 días .....	83
<b>Tabla 41</b>	Comparativa de resistencias de pilas muestras + 4%, 8%, 12% a los 7 días ..	84
<b>Tabla 42</b>	Comparativa de resistencias de pilas muestras + 4%, 8%, 12% a los 14 días	85
<b>Tabla 43</b>	Comparativa de resistencias de pilas muestras + 4%, 8%, 12% a los 28 días	86
<b>Tabla 44</b>	Resistencia del MP + % PC a los 7, 14 y 28 días .....	87



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Adquisición de llantas en desuso .....	55
<b>Figura 2</b> Obtención de polvo de caucho mediante lijado .....	56
<b>Figura 3</b> Granulometría del agregado fino .....	65
<b>Figura 4</b> Representación comparativa de las resistencias con polvo de caucho a los 7 días.....	74
<b>Figura 5</b> Representación comparativa de las resistencias con polvo de caucho a los 14 días.....	75
<b>Figura 6</b> Representación comparativa de las resistencias con polvo de caucho a los 28 días.....	76
<b>Figura 7</b> Comparativa de las resistencias del CP + % PC .....	77
<b>Figura 8</b> Representación gráfica de las resistencias de pilas con polvo de caucho a los 7 días.....	84
<b>Figura 9</b> Representación gráfica de las resistencias de pilas con polvo de caucho a los 14 días.....	85
<b>Figura 10</b> Representación gráfica de las resistencias de pilas con polvo de caucho a los 28 días.....	86
<b>Figura 11</b> Comparativo de las resistencias a la compresión promedio .....	87



## RESUMEN

La investigación "Análisis de las propiedades del mortero convencional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho para el asentado de muros de ladrillo en la provincia de Azángaro 2025", tiene como objetivo analizar las propiedades del mortero convencional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho para el asentado de muros de ladrillo. La investigación tiene un enfoque cuantitativo de tipo aplicado con un nivel explicativo y diseño experimental, dado que se manipuló la variable independiente adicionando polvo de caucho (PC) en 4%, 8% y 12% en relación al peso del cemento. Los resultados indicaron que el diseño de mezclas para el mortero tradicional es de: 1.00:2.83:0.50 (cemento: arena: agua). La resistencia a la compresión de cubos de mortero tradicional y cubos de mortero modificado para el asentado de muros de ladrillo, fueron en promedio de 171.04 kg/cm<sup>2</sup> (muestra patrón) y de 175.28 kg/cm<sup>2</sup>, 177.75 kg/cm<sup>2</sup> y 182.99 kg/cm<sup>2</sup> para los porcentajes de 4%, 8% y 12% de PC respectivamente. La resistencia a la compresión de pilas de mortero tradicional y pilas de mortero modificados fueron en promedio de 16.19 kg/cm<sup>2</sup> (muestra patrón) y de 17.11 kg/cm<sup>2</sup>, 17.90 kg/cm<sup>2</sup> y 18.08 kg/cm<sup>2</sup> para 4%, 8% y 12% de PC respectivamente; cabe recalcar que dichos valores obtenidos pertenecen al periodo de curado de 28 días. El estudio concluye que, la inclusión de polvo de caucho en la fabricación de mortero convencional no solo contribuye al aprovechamiento de residuos, además, según la norma E.070 se toma una resistencia de diseño de 178 kg/cm<sup>2</sup>, tomando la norma ASTM C-270, indica que debe ser una resistencia de 54 kg/m<sup>2</sup>, para la norma E.070 si llega y cumple a las condiciones requeridas, en cuanto a la ASTM hay un incremento superior a 200% respecto a la resistencia de diseño de tipo N.

**Palabras Clave:** Mortero convencional, mortero modificado, polvo de caucho, asentado de muros.



## ABSTRACT

The research project "Analysis of the Properties of Conventional Mortar and Mortar Modified with the Incorporation of Rubber Powder for Brick Wall Construction in the Province of Azángaro 2025" aims to analyze the properties of conventional mortar and mortar modified with the incorporation of rubber powder for brick wall construction. The research employs a quantitative, applied approach with an explanatory level and an experimental design, as the independent variable was manipulated by adding rubber powder (FP) at 4%, 8%, and 12% relative to the weight of cement. The results indicated that the mix design for traditional mortar is: 1.00:2.83:0.50 (cement: sand: water). The compressive strength of traditional mortar cubes and modified mortar cubes for laying brick walls averaged 171.04 kg/cm<sup>2</sup> (control sample) and 175.28 kg/cm<sup>2</sup>, 177.75 kg/cm<sup>2</sup>, and 182.99 kg/cm<sup>2</sup> for the 4%, 8%, and 12% PC percentages, respectively. The compressive strength of stacks of traditional mortar and modified mortar stacks averaged 16.19 kg/cm<sup>2</sup> (control sample) and 17.11 kg/cm<sup>2</sup>, 17.90 kg/cm<sup>2</sup>, and 18.08 kg/cm<sup>2</sup> for the 4%, 8%, and 12% PC percentages, respectively; it should be noted that these values were obtained after a 28-day curing period. The study concludes that the inclusion of rubber powder in the manufacture of conventional mortar not only contributes to the utilization of waste, but also, according to standard E.070, a design strength of 178 kg/cm<sup>2</sup> is used, while ASTM C-270 indicates that it should be 54 kg/m<sup>2</sup>. According to standard E.070, it meets the required conditions, but according to ASTM, there is an increase of over 200% compared to the design strength of type N.

**Keywords:** Conventional mortar, modified mortar, rubber powder, wall setting.



## INTRODUCCIÓN

Dentro del sector de la construcción, el mortero constituye un componente fundamental en la ejecución de obras de albañilería, ya que actúa como el agente de unión entre las unidades constructivas, tales como ladrillos o bloques, asegurando así la integridad estructural, la estabilidad geométrica y la adecuada transmisión de esfuerzos dentro de los muros. En el pasado, los morteros convencionales se fabricaban a menudo combinando cemento Portland, arena fina y agua. Esta mezcla básica ha permitido que los morteros convencionales se utilicen en una amplia gama de proyectos de ingeniería civil, incluyendo edificios residenciales y proyectos de infraestructura de mayor envergadura. Sin embargo, en los últimos años, el sector de la construcción ha sido testigo de una considerable transición en sus métodos. Esta transformación ha sido impulsada por la creciente necesidad de materiales sostenibles, eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

Como respuesta a esta demanda, ha surgido un método único de formulación de mortero. Este método incorpora la utilización de residuos reciclados como componente activo, con el objetivo de reducir la dependencia de los recursos vírgenes y, al mismo tiempo, limitar el impacto que las operaciones de construcción tienen sobre el medio ambiente. El polvo de caucho es un polímero termoplástico que se utiliza ampliamente en artículos industriales, residenciales y de infraestructura, como tuberías, revestimientos y carpintería. Es uno de los elementos de desecho que ha llamado la atención de los investigadores. Cuando ha llegado al final de su vida útil, produce un residuo difícil de descomponer, lo que provoca problemas de acumulación y contaminación del medio ambiente. Por este motivo, la reincorporación de este material a materiales de construcción como el mortero es una alternativa con un gran potencial tanto desde el punto de vista técnico como ecológico.



En particular, en lo que respecta al proceso de construcción de muros de mampostería, el objetivo de esta investigación es establecer un análisis comparativo entre el comportamiento del mortero tradicional y el del mortero modificado mediante el uso de polvo de caucho reciclado. La resistencia a la compresión, la trabajabilidad en estado fresco, la adherencia al sustrato y la durabilidad frente a agentes externos son algunos de los criterios físicos y mecánicos importantes que se evaluarán durante el transcurso de la investigación. Según la hipótesis principal, la incorporación de polvo de caucho a la mezcla tiene el potencial de mejorar las cualidades del mortero, como el aumento de la elasticidad, la disminución de la absorción de humedad o la mejora del rendimiento térmico, todo ello sin interferir en la capacidad del mortero para soportar elementos estructurales.

**Primer capítulo,** tiene como objetivo identificar y definir el problema principal que motivó el desarrollo de esta investigación, relacionado con las limitaciones de los morteros estándar tanto en términos de funcionalidad como de rendimiento en mampostería estructural. Esta parte hace hincapié en la necesidad de implementar alternativas innovadoras y sostenibles que mejoren las cualidades de los materiales convencionales, y sostiene que el estudio es relevante en el entorno contemporáneo de la construcción civil. Además, articula claramente tanto el problema como la solución. Por otro lado, se propone una hipótesis central con la intención de establecer si la adición de polvo de caucho reciclado podría tener una influencia favorable en las propiedades físicas y mecánicas del mortero convencional.

**Segundo capítulo,** En esta sección se ofrece un análisis exhaustivo del marco teórico y de referencia que sirve de base para el estudio. El objetivo de este estudio es consolidar y analizar el material de referencia de investigaciones anteriores relacionadas con la utilización de residuos industriales, concretamente el polvo de caucho derivado de neumáticos reciclados, en mezclas de mortero para su uso en aplicaciones de albañilería como insumo. En esta sección también se analizan las características esenciales del mortero común, su uso más popular en la construcción y las limitaciones técnicas que



presenta. Además, se ofrece la interpretación de los resultados experimentales obtenidos posteriormente, junto con los conceptos fundamentales necesarios para comprender eficazmente dicha interpretación.

**Tercer capítulo,** Es una descripción exhaustiva de la estrategia metodológica que se utilizó en el proceso de realización de la investigación. Proporciona una descripción exhaustiva de la metodología experimental que se utilizó para evaluar la eficacia de dos tipos distintos de mortero: uno tradicional y otro modificado mediante la adición de polvo de caucho. Se mencionan los procedimientos para preparar y mezclar los ingredientes, así como los aparatos e instrumentos técnicos que se utilizaron en la realización de las pruebas. También se indican las proporciones que se utilizaron en cada mezcla. Además, se analiza la técnica utilizada para procesar y analizar los resultados obtenidos en el laboratorio, así como los protocolos seguidos para la recopilación de datos.

**Cuarto capítulo,** Aquí se muestran los resultados experimentales obtenidos tras someter ambos tipos de mortero a exámenes físicos y mecánicos. Se observan cambios en el comportamiento de los materiales cuando se introduce polvo de caucho como aditivo. Estas variaciones pueden identificarse analizando y comparando los datos registrados basándose en la hipótesis inicial. Se ha examinado esta alteración en términos de sus efectos sobre cualidades importantes como la resistencia a la compresión, la trabajabilidad y la adhesión. Se han extraído conclusiones técnicas sobre la viabilidad de emplear morteros con caucho reciclado en la construcción de elementos estructurales. Estas conclusiones se basan en los datos que se han presentado. La creación de nuevas líneas de estudio y la aplicación práctica de esta alternativa en proyectos de ingeniería civil también se encuentran entre las recomendaciones que se presentan en este artículo.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Análisis de la situación problemática

El sector de la construcción se enfrenta a importantes retos relacionados con la sostenibilidad medioambiental y la optimización del uso de los recursos naturales a escala mundial. Dadas las circunstancias, Uno de los tipos de basura más difíciles de procesar es el residuo plástico, que incluye el polvo de caucho que se forma a partir de los neumáticos desechados. Los residuos plásticos contribuyen de manera significativa a la contaminación de diversos ecosistemas a escala mundial. Frente a esta problemática, tanto en países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo, se han iniciado investigaciones orientadas a la inclusión de plásticos reciclados en la fabricación de materiales de construcción, como morteros y concretos, con el fin de mejorar sus propiedades funcionales y disminuir su impacto ambiental. (Wang et al., 2024)

En el contexto peruano, el aprovechamiento de residuos plásticos reciclados en la construcción aún se encuentra en una etapa incipiente. Aunque algunas investigaciones experimentales han explorado su uso en la elaboración de materiales alternativos, todavía no existe una implementación masiva ni una normativa técnica que integre formalmente estos insumos. Las regulaciones actuales sobre la producción de morteros y concretos en el país se enfocan principalmente en los componentes tradicionales, tales como el



cemento, la arena y el agua, sin incorporar criterios que promuevan la utilización de aditivos sostenibles como los derivados plásticos reciclados. (Hung, 2024)

A escala local, específicamente en el distrito de Juliaca, se observa un crecimiento sostenido de la actividad constructiva, tanto en el ámbito residencial como en obras públicas, lo cual ha incrementado significativamente la demanda de materiales de construcción convencionales. Sin embargo, los costos asociados a estos materiales continúan siendo elevados debido a factores como la distancia con respecto a las principales fuentes de acopio y la limitada disponibilidad de los mismos. (Sucasaca, 2024)

Pese a la creciente necesidad de implementar alternativas eficientes, el uso de aditivos plastificantes o elementos reciclados como las virutas de polvo de caucho en morteros destinados a la albañilería estructural es prácticamente inexistente en la región. Además, las prácticas de reciclaje de plásticos aún no se encuentran ampliamente difundidas, y la conciencia en torno a la sostenibilidad en la construcción continúa siendo limitada. No obstante, en la provincia de Azángaro ha comenzado a impulsar iniciativas orientadas a una gestión ambiental más responsable, promoviendo políticas públicas para el manejo adecuado de residuos y la disminución de la huella ecológica. Estas acciones abren una oportunidad valiosa para introducir el uso de materiales reciclados en el sector construcción, alineándose con tendencias internacionales de desarrollo sostenible.

## **1.2. Planteamiento del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles son las propiedades del mortero convencional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho para el asentado de muros de ladrillo en la provincia de Azángaro 2025?



## 1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son las proporciones de materiales para la elaboración de mortero tradicional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho?
- b. ¿Cómo influye la adición del 4%, 8% y 12% de polvo de caucho respecto a peso del cemento sobre la resistencia a la compresión de cubos de mortero para el asentado de muros de ladrillo?
- c. ¿Cómo influye la adición del 4%, 8% y 12% de polvo de caucho respecto a peso del cemento sobre la resistencia a la compresión de pilas de mortero y ladrillo para el asentado de muros de ladrillo?

## 1.3. Objetivos de la investigación

### 1.3.1. Objetivo general

Analizar las propiedades del mortero convencional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho para el asentado de muros de ladrillo en la provincia de Azángaro 2025.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- a. Determinar las proporciones de materiales para la elaboración de mortero tradicional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho.
- b. Explicar la influencia de la adición del 4%, 8% y 12% de polvo de caucho respecto a peso del cemento sobre la resistencia a la compresión de cubos de mortero para el asentado de muros de ladrillo.
- c. Explicar la influencia de la adición del 4%, 8% y 12% de polvo de caucho respecto a peso del cemento sobre la resistencia a la compresión de pilas de mortero y ladrillo para el asentado de muros de ladrillo.



## **1.4. Justificación de la investigación**

### **1.4.1. Justificación técnica**

Esta investigación adquiere relevancia al centrarse en el mejoramiento de las propiedades del mortero, un insumo fundamental en la albañilería estructural, a través de la incorporación de polvo de caucho reciclado, un residuo plástico de difícil disposición. El estudio plantea una alternativa innovadora orientada a optimizar el desempeño del mortero, mediante la evaluación comparativa de parámetros clave como la resistencia a la compresión, la trabajabilidad, la adherencia y la durabilidad, frente al mortero tradicional. Además de mejorar la calidad de los materiales utilizados en la construcción de paredes, los descubrimientos también pueden contribuir a aumentar la seguridad y la estabilidad de los edificios. Estos hallazgos podrían ofrecer soluciones técnicas realistas para el sector de la construcción.

### **1.4.2. Justificación económica**

Al permitir que los materiales convencionales sean sustituidos en gran medida por un insumo de bajo costo y fácil acceso, el uso de polvo de caucho reciclado en la fabricación de mortero representa una alternativa que es tanto económica como responsable con el medio ambiente. El uso de este método no solo ayuda a reducir los gastos de fabricación, sino que también tiene el potencial de reducir considerablemente los gastos a largo plazo relacionados con el mantenimiento y la reparación de paredes si el mortero producido supera o iguala las cualidades mecánicas y la durabilidad del mortero convencional. Al promover la recuperación de los residuos plásticos como un recurso beneficioso para la construcción, esta idea no solo mejora la eficiencia del proceso de construcción, sino que también contribuye a la creación de una industria más respetuosa con el medio ambiente y más eficiente.



### **1.4.3. Justificación social**

En lo que respecta a la gestión de los residuos plásticos, tanto las comunidades urbanas como las rurales se enfrentan a una gran dificultad. Incorporar polvo de caucho reciclado a materiales de construcción como el mortero es una solución que puede resultar ventajosa desde el punto de vista social. Esto permite una gestión más responsable de los residuos, lo que a su vez reduce el impacto que la basura tiene sobre el medio ambiente y contribuye a un entorno más limpio y saludable. El uso de estos materiales reciclados en los procesos de construcción lo hace posible. Como beneficio adicional, esta técnica tiene el potencial de influir favorablemente en la conciencia colectiva, lo que permite establecer una cultura de sostenibilidad dentro del sector de la construcción y aumentar la aceptación y el reconocimiento del uso de materiales reciclados en proyectos de infraestructura.

### **1.4.4. Justificación ambiental**

Desde el enfoque ambiental, la incorporación de polvo de caucho reciclado en la elaboración de morteros representa una estrategia eficaz para reducir la acumulación de residuos plásticos, considerados actualmente como uno de los contaminantes más persistentes a nivel mundial. Al tratarse de un material no biodegradable, el polvo de caucho plantea serios retos para su disposición final; sin embargo, su reutilización en mezclas de construcción contribuye de manera directa a disminuir su volumen en vertederos y en el entorno natural. Esta alternativa no solo optimiza el uso de materiales, sino que también contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la fabricación de productos tradicionales, sumándose a los esfuerzos globales climáticos.

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

### **1.5.1. Hipótesis general**

Las propiedades del mortero convencional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho para el asentado de muros de ladrillo en la provincia de Azángaro



2025, será significativa debido a que el mortero con polvo de caucho presentará mejores resultados de resistencia.

### 1.5.2. Hipótesis específicas

- a. Las proporciones de materiales para la elaboración de mortero tradicional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho, se dará de acuerdo al diseño de mezclas de mortero.
- b. La adición del 4%, 8% y 12% de polvo de caucho respecto a peso del cemento sobre la resistencia a la compresión de cubos de mortero para el asentado de muros de ladrillo será significativo ya que el polvo de caucho presenta propiedades que mejora su resistencia mecánica.
- c. La adición del 4%, 8% y 12% de polvo de caucho respecto a peso del cemento sobre la resistencia a la compresión en pilas de mortero y ladrillo para el asentado de muros de ladrillo será significativo ya que el polvo de caucho presenta propiedades que mejora su resistencia mecánica.

## 1.6. Variables e indicadores

### 1.6.1. Variable independiente

Polvo de caucho

#### Dimensiones:

- Aplicación de polvo de caucho en 4%, 8% y 12% respecto a peso del cemento.

### 1.6.2. Variable dependiente

Propiedades del mortero tradicional

#### Dimensiones:

- Diseño de mezcla.
- Resistencia a compresión de cubos de mortero.



- Resistencia a compresión de pilas de mortero y ladrillo

### 1.7. Operacionalización de variables



**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

Variables	Dimensión	Indicadores	Valor final	Instrumentos de Medición	Tipo de variable
<b>VI</b> Polvo de caucho	Proporción de Polvo de caucho	% de aplicación de polvo de caucho (4%, 8% y 12%)	4% - 12%	Balanza digital	Numérica Continua
<b>VD</b> Propiedades del Mortero tradicional	Diseño de mezclas	Proporción de materiales	1 m3		Numérica Continua
	Resistencia a la compresión en cubos	Esfuerzo a compresión en cubos de mortero	(70 - 90) Kg/cm2	Equipos de laboratorio	Numérica Continua
	Resistencia a compresión en pilas	Esfuerzo a compresión en pilas de mortero y ladrillo	(13 - 17) Kg/cm2		Numérica Continua



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Vandhiyan et al. (2021) en su tesis "Efecto de las propiedades de los agregados finos sobre la resistencia del mortero de cemento", El mortero utilizado en albañilería desempeña un rol esencial al garantizar la unión efectiva entre los elementos estructurales, aportando tanto estabilidad como capacidad resistente. Por esta razón, resulta crucial estudiar el desempeño de la mezcla de mortero empleada en la construcción, comparando su comportamiento al ser formulada con distintos tipos de agregados finos, los cuales fueron recolectados de cuatro canteras ubicadas en dos provincias del Ecuador. La investigación se fundamenta en el análisis del rendimiento del mortero, complementado con la caracterización de los agregados mediante ensayos técnicos como: densidad, porcentaje de absorción, peso suelto y peso compactado, análisis granulométrico, contenido que pasa por el tamiz No. 200 y resistencia a la compresión, todos realizados conforme a las normativas ecuatorianas vigentes. Los resultados de caracterización evidenciaron que los ensayos de densidad, absorción, peso suelto, peso compactado y tamiz No. 200 cumplieron satisfactoriamente con los estándares establecidos; no obstante, en cuanto a la granulometría, dos de las cuatro canteras no se



ajustaron a los rangos granulométricos recomendados. A pesar de ello, todas las mezclas elaboradas lograron alcanzar su resistencia. El análisis final reveló que los agregados ofrecieron el mejor desempeño en términos de resistencia a la compresión, superando incluso a los del cantón Portoviejo, pese a que estos últimos cumplían con el módulo de finura y los primeros no. Para optimizar la trabajabilidad del mortero en las mezclas, fue necesario ajustar la relación agua-cemento, lo que permitió alcanzar mejores condiciones de aplicación sin comprometer la resistencia estructural.

Según Farfan y Leonardo (2022) en su investigación "Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante", La durabilidad frente a la abrasión del concreto con caucho granulado (CRC) ha sido un tema recurrente en la investigación de materiales cementicios. No obstante, la marcada disminución en sus propiedades mecánicas ha restringido su potencial para resistir el desgaste superficial. En esta investigación, se plantea una técnica innovadora para modificar el polvo de caucho reciclado (WRP), integrando una acción mecanoquímica, la aplicación de energía ultrasónica y un recubrimiento con lechada modificada. Se evaluaron las propiedades mecánicas del CRC con proporciones volumétricas de caucho de 0%, 15%, 25% y 35%. La resistencia al desgaste se analizó empleando ensayos de abrasión con rodamientos de bolas y mediante molienda esférica. Asimismo, se estudió el mecanismo de desgaste del CRC, desarrollando modelos que explican el comportamiento de materiales rígidos y semirrígidos frente a la abrasión. Los resultados revelaron que su resistencia a compresión y flexión del concreto con caucho modificado (MPRC) aumentaron en un 74.2% y 45.7%, respectivamente, en comparación con el CRC sin modificar. En cuanto a la resistencia al desgaste, esta mostró una tendencia creciente hasta cierto porcentaje de caucho, para luego disminuir al incrementar su contenido. Comparado con el concreto convencional, el CRC y el MPRC mejoraron su resistencia a la abrasión en un 14.9% y 24.8%, respectivamente. Por otro lado, la pérdida de masa registrada durante los ensayos fue del 29.78% para el CRC y del 24.98% para el MPRC,

considerando un mismo volumen de sustitución. Esta mejora en el comportamiento frente al desgaste se atribuye principalmente a la capacidad del caucho para absorber energía de fricción. Además, la zona de transición entre el caucho y la matriz cementicia (interfaz caucho-cemento o R-CM) desempeñó un papel determinante en la resistencia a la abrasión del material.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

Según Basaldua et al. (2024) en su tesis "Incorporación de polvo de concha Donax y fibra de caucho para optimizar las propiedades del concreto". El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto de adicionar concha de Donax (PcD) y fibra de caucho (FC) sobre el comportamiento del concreto, con la finalidad de minimizar la aparición de fisuras y mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. El estudio adoptó un enfoque aplicado-experimental, ya que se buscó optimizar las características del concreto mediante intervenciones directas en su composición. El método utilizado fue hipotético-deductivo, partiendo de supuestos basados en estudios previos para verificar sus efectos mediante la experimentación. Como posibles sustitutos parciales del cemento y los áridos finos, se tuvieron en cuenta diversas combinaciones de PcD y FC. Estas combinaciones incluían 0,80 % de PcD más 1,50 % de FC, 1,80 % de PcD más 2,50 % de FC, 0,80 % de PcD más 2,50 % de FC y 1,80 % de PcD más 1,50 % de FC. Los resultados obtenidos para el grupo de control (G-0) y los grupos experimentales G-1, G-2, G-3 y G-4 fueron los siguientes: El asentamiento en el grupo de control fue de 4 1/4 pulgadas, 3 pulgadas, 2 4/7 pulgadas, 2 pulgadas y 1 3/5 pulgadas, respectivamente. 2374 kg/m<sup>3</sup>, 2376 kg/m<sup>3</sup>, 2328 kg/m<sup>3</sup>, 2370 kg/m<sup>3</sup> y 2339 kg/m<sup>3</sup> son los pesos unitarios para las siguientes medidas. 267,57 kg/cm<sup>2</sup>, 246,77 kg/cm<sup>2</sup>, 192,63 kg/cm<sup>2</sup>, 208,20 kg/cm<sup>2</sup> y 225,67 kg/cm<sup>2</sup> fueron los valores de la resistencia a la compresión a los 28 días. Los siguientes valores representan la resistencia a la flexión del material: 49,80 kg/cm<sup>2</sup>, 43,93 kg/cm<sup>2</sup>, 40,10 kg/cm<sup>2</sup>, 43,07 kg/cm<sup>2</sup> y 41,90 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados demuestran que, aunque la inclusión de estos materiales reciclados contribuye a la sostenibilidad, su incorporación en las proporciones evaluadas



tiende a afectar negativamente el desempeño del concreto, especialmente en lo que respecta a su resistencia mecánica, lo cual resulta crítico para estructuras diseñadas con una resistencia característica de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Según Castro (2023) en su investigación "Comportamiento del concreto a altas temperaturas con material reciclado: polvo de caucho y vidrio sódico cálcico". Aunque el concreto es ampliamente reconocido por su versatilidad y uso extendido en el ámbito de la construcción, su desempeño puede verse comprometido ante condiciones extremas, como la exposición a altas temperaturas, afectando tanto su integridad estructural como superficial. El propósito es desarrollar un diseño de mezcla de concreto incorporando materiales reciclados, específicamente caucho proveniente de neumáticos fuera de uso y vidrio sódico cálcico reciclado de envases de botellas comunes, utilizados como sustitutos parciales del agregado fino. El objetivo central fue evaluar experimentalmente el comportamiento térmico del concreto modificado frente a la acción del fuego. La investigación, de tipo experimental con enfoque tecnológico, contempló la elaboración de dos conjuntos de especímenes de concreto con resistencias de diseño de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , aplicando porcentajes de reemplazo del agregado fino del 10%, 20% y 30%. Uno de los grupos fue sometido a ensayos físicos y mecánicos a los 7, 14, 21 y 28 días de curado para analizar su desarrollo resistente. El segundo grupo fue destinado al análisis del comportamiento térmico, exponiendo las muestras a temperaturas elevadas durante 15, 30 y 60 minutos luego de 28 días de curado, utilizando un horno artesanal controlado mediante un termostato y un sensor tipo K (termocupla). Como resultado, en ambas resistencias evaluadas, la mezcla patrón que incorporó un 30% de vidrio sódico cálcico como reemplazo del agregado fino obtuvo el mejor desempeño frente a la exposición térmica, destacando su potencial como alternativa sostenible para mejorar la resistencia del concreto en condiciones de altas temperaturas.

Según Hung (2024) en su investigación "Propiedades físico-mecánicas de concreto  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  adicionando carbón vegetal y caucho en polvo". La presente investigación analizó el impacto de incorporar carbón vegetal y caucho reciclado pulverizado en mezclas, se evaluaron distintas proporciones de estos aditivos con el objetivo de determinar su efecto sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Los hallazgos revelaron que la adición de carbón vegetal en porcentajes óptimos entre el 5% y 10% contribuyó a mejorar tanto la resistencia a compresión como a flexión, sin comprometer significativamente la densidad del material. Por otro lado, la introducción de caucho reciclado en polvo alteró características como el asentamiento y la densidad relativa del concreto, lo cual podría limitar su uso en estructuras que exigen elevados estándares de resistencia estructural. En cuanto al análisis económico, se evidenció que ambos materiales reciclados presentan ventajas al reducir los costos asociados a la materia prima convencional; sin embargo, el caucho reciclado requiere un tratamiento previo que podría incrementar los costos iniciales de producción.

### 2.1.3. Antecedentes locales

Según Sucasaca (2024) en su investigación "Evaluación de las propiedades de un concreto convencional con la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la Ciudad de San Miguel". tuvo como propósito principal analizar el comportamiento físico y mecánico de una mezcla tradicional de concreto al ser modificada con aditivos no convencionales como la fibra de caucho sintético y la arcilla calcinada, aplicados en proporciones del 3%, 4% y 6%. El estudio adoptó un enfoque experimental basado en el método científico, con un carácter explicativo, permitiendo identificar y comparar los efectos generados por cada tipo de aditivo en las propiedades del concreto. Uno de los aspectos más relevantes fue la influencia sobre la trabajabilidad de la mezcla, evaluada mediante el ensayo de asentamiento. Se evidenció que al añadir un 6% de fibra de caucho sintético, el asentamiento disminuyó notablemente de 3.98 pulgadas (en la mezcla patrón) a 3.28 pulgadas, reflejando una pérdida de fluidez. En el caso de la adición de un 6% de

arcilla calcinada, el asentamiento se redujo a 3.68 pulgadas, mostrando también una ligera afectación en la manejabilidad, aunque menor que la registrada con el caucho. Respecto al comportamiento a compresión, la mezcla estándar alcanzó una resistencia de 212.55 kg/cm<sup>2</sup>. Al incorporar fibra de caucho sintético en proporciones de 3%, 4% y 6%, se obtuvo una resistencia a la compresión de 214.16 kg/cm<sup>2</sup>, 216.09 kg/cm<sup>2</sup> y 213.45 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, indicando una leve mejora, especialmente al 4%, aunque con una disminución marginal al 6%. En cuanto al efecto de la arcilla calcinada, los resultados fueron más favorables, registrándose resistencias de 216.37 kg/cm<sup>2</sup>, 220.70 kg/cm<sup>2</sup> y 216.85 kg/cm<sup>2</sup> para los mismos porcentajes, superando en todos los casos a la muestra sin aditivos. En términos de resistencia a flexión, el concreto patrón mostró un valor de 36.47 kg/cm<sup>2</sup>. La adición de fibra de caucho sintético incrementó este parámetro a 37.81 kg/cm<sup>2</sup>, 38.24 kg/cm<sup>2</sup> y 35.51 kg/cm<sup>2</sup> para los niveles de 3%, 4% y 6%, respectivamente, donde se observó una tendencia decreciente al superar el 4%. Por su parte, la arcilla calcinada logró mejorar de manera más notable la resistencia a flexión, con resultados de 38.80 kg/cm<sup>2</sup>, 40.17 kg/cm<sup>2</sup> y 37.29 kg/cm<sup>2</sup>, destacando el 4% como la proporción más eficiente. En síntesis, la modificación del concreto mediante la inclusión de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada genera variaciones significativas. Estas adiciones afectan directamente el asentamiento, y tienen una incidencia positiva en la resistencia a compresión y flexión, especialmente cuando se emplean proporciones óptimas del 3% al 4%. La investigación demuestra el potencial técnico de estos materiales alternativos para mejorar la calidad del concreto, al mismo tiempo que promueve el uso de insumos sostenibles y reciclados en el sector construcción.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Mortero**

El mortero empleado en trabajos de albañilería constituye un insumo clave dentro del ámbito constructivo, ya que se encarga de unir de manera efectiva unidades como ladrillos, bloques, piedras u otros elementos de mampostería. Esta mezcla está



conformada principalmente por cemento, cal, arena y agua, cumpliendo una función esencial al proporcionar cohesión, uniformidad y soporte estructural a las edificaciones. Cuando la mezcla se ha hidratado, el cemento es el principal agente aglutinante responsable de que la mezcla se vuelva más rígida. Por otro lado, la adición de cal hace que el mortero sea mucho más maleable y flexible, lo que a su vez facilita su manipulación. Para generar una combinación con la consistencia adecuada para su correcta aplicación in situ, la arena aporta volumen, cuerpo y resistencia, mientras que el agua se encarga de activar los procesos químicos necesarios para lograrlo. (Cabezas, 2024).

El mortero no solo debe garantizar una unión eficaz entre los elementos constructivos, sino que también debe cumplir con altos estándares de rendimiento, ya que se utiliza en mampostería estructural, no solo para soportar las tensiones mecánicas permanentes causadas por las cargas que soportará la estructura a lo largo de su vida útil, sino también para resistir estas tensiones. Los muros de carga, que son los responsables de soportar el peso gravitatorio del edificio, cuentan con este material como uno de sus componentes, Cuando la resistencia de la unión es esencial para la estabilidad general de la estructura, así como para complementar elementos estructurales tales como columnas o dinteles. Basaldua et al. (2024)

Una mezcla mal proporcionada o una colocación inadecuada pueden provocar defectos como grietas, desplazamientos o incluso fallos estructurales que pongan en peligro la integridad de la construcción. Por lo tanto, es esencial que el mortero se aplique de acuerdo con estrictos requisitos técnicos. Hay varias razones por las que esto es tan importante. Se pueden introducir aditivos especiales, como plastificantes, retardadores de fraguado o agentes impermeabilizantes, en la solución con el fin de mejorar su rendimiento y adaptarla a diversas situaciones de servicio. Estos componentes adicionales permiten optimizar propiedades específicas, tales como la adherencia al sustrato, la resistencia frente a ambientes húmedos o la flexibilidad, ampliando así el rango de aplicaciones del mortero en función de los requerimientos técnicos del proyecto. (Cabezas, 2024)



### 2.2.1.1. Elementos del mortero en construcción

- **Cemento:** Actúa como el componente aglomerante principal en la formulación del mortero. Al entrar en contacto con el agua, se desencadena una reacción química denominada hidratación, la cual le permite solidificarse progresivamente y desarrollar la resistencia necesaria para cohesionar eficazmente los demás materiales de la mezcla y los elementos de mampostería. Es posible dotar al mortero de características específicas, como una mayor resistencia en zonas húmedas o una mejor resistencia a condiciones climáticas adversas, dependiendo del tipo de cemento que se elija. Ambas propiedades pueden personalizarse. (Espinoza & Guerrero, 2020)
- **Arena:** El agregado fino granular cumple una función estructural dentro del mortero, ya que aporta volumen, estabilidad y resistencia. Es un agregado fino de tipo granular. Es fundamental que la arena utilizada sea de buena calidad, es decir, esté limpia y libre de contaminantes orgánicos o minerales que puedan perjudicar las propiedades del producto final. Además, su granulometría (usualmente de tamaño fino a medio) y su proporción dentro de la mezcla influyen directamente en la manejabilidad y la textura del mortero, factores clave para su adecuada aplicación. Lao (2007)
- **Agua:** Al iniciar la hidratación del cemento y transformar los elementos secos en una pasta que es a la vez maleable y adhesiva, es un componente vital de la mezcla en este momento. El control preciso de la cantidad de agua es crucial: un exceso puede reducir la resistencia final del mortero, mientras que una deficiencia podría dificultar su aplicación y provocar mezclas secas o quebradizas. Además de facilitar la unión entre los componentes, el agua mejora la plasticidad del mortero, favoreciendo su colocación durante los trabajos de albañilería. (Neyra, 2016)

### 2.2.1.2. Comportamiento físico y mecánico del mortero

- **Asentamiento (trabajabilidad):** Esta propiedad describe la facilidad con la que el mortero puede ser preparado, manipulado y aplicado en obra. Un mortero con buena trabajabilidad permite una colocación rápida, uniforme y precisa, optimizando los

procesos constructivos. Su desempeño en este aspecto está determinado por la dosificación de sus componentes principalmente la cantidad de agua y la incorporación de aditivos que influyen directamente en su plasticidad, consistencia y comportamiento durante la aplicación. García (2020)

- **Adherencia y cohesión:** La adherencia hace referencia a la habilidad del mortero para fijarse firmemente a los elementos de mampostería, tales como ladrillos, bloques o piedras, mientras que la cohesión se relaciona con la capacidad del material para mantener su unidad interna, evitando separaciones durante el fraguado o en condiciones de uso. Ambas propiedades son indispensables para lograr uniones sólidas, resistentes y duraderas entre los distintos componentes. Parvina (2020)
- **Resistencia a la compresión:** Corresponde a la capacidad que tiene el mortero tradicional para soportar esfuerzos compresivos sin experimentar deformaciones permanentes ni fallas estructurales. Esta característica es esencial para garantizar la seguridad y estabilidad de las construcciones, dado que la mayoría de las cargas en edificaciones se transmiten de forma vertical, lo que exige que el mortero posea una resistencia adecuada para soportarlas eficazmente a lo largo del tiempo. Parvina (2020)

### 2.2.1.3. Normativa E.070 (Morteros)

- **Resistencia de prismas de albañilería:**

La resistencia a la compresión axial ( $f'm$ ) y al corte ( $v'm$ ) de la mampostería se calculará empíricamente (utilizando tablas o registros históricos de resistencia unitaria) o mediante ensayos con prismas, dependiendo de la importancia del edificio y de la zona sísmica en la que se encuentre, de acuerdo con la siguiente tabla. (RNE - Norma E.070 Albañilería, 2019).

**Tabla 2***Metodos para determinar  $f'm$  y  $v'm$* 

Resistencia característica	Edificios de los 2 pisos			Edificios de la 3 a 5 pisos			Edificios de más de 5 pisos		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
$f'm$	A	A	A	B	B	A	B	B	B
$v'm$	A	A	A	B	A	A	B	B	A

**Nota.** (RNE - Norma E.070 Albañilería, 2019)

Según RNE - Norma E.070 Albañilería, (2019) sostiene que:

- A.** Adquirido de manera consciente, con conocimiento de la calidad tanto del ladrillo como del mortero.
- B.** De acuerdo con la información proporcionada en NTP 399.605 y 399.621, se determinaron los resultados de las pruebas de laboratorio que se realizaron para determinar las compresiones axiales y diagonales de las paredes.

Es posible utilizar los valores que se muestran en la tabla en caso de que no se realicen pruebas premium. Estos valores se refieren a pilotes y muros bajos construidos con proporciones de mortero de 1:4 (cuando la unidad es arcilla) y 1:1/2:4 (cuando la materia prima es caliza o hormigón). Para determinar si son adecuadas diferentes unidades o tipos de mortero, es necesario realizar las pruebas correspondientes. (RNE - Norma E.070 Albañilería, 2019).

**Tabla 3***Resistencias características de unidades de albañilería Mpa (kg/cm<sup>2</sup>)*

Materia prima	Clase	Unidad	Pilas	Muretes
		$f'm$	$f'm$	$v'm$
Arcilla	Clase I - Artesanal	50	35	5.1
	Clase II - Artesanal	70	40	5.6
	Clase III - Artesanal	95	47	6.5
	Clase IV - Industrial	130	65	8.1
	Clase V - Industrial	180	85	9.2
Concreto	Industrial portante	178	71	4.5
Sílice-cal	Industrial portante	129	103	9.5

**Nota.** (RNE - Norma E.070 Albañilería, 2019)

➤ **Definición:** Es necesario que el mortero esté compuesto por una combinación de aglutinantes y áridos finos, a los que se debe añadir la máxima cantidad de agua posible para obtener una mezcla que sea maleable y adhesiva, sin que los áridos se separen por sí solos. Cuando se trata de fabricar mortero para su uso en trabajos de albañilería, es imprescindible tener en cuenta las disposiciones de las normas NTP 399.607 y 399.610. (RNE - Norma E.070 Albañilería, 2019).

➤ **Componentes:**

Según RNE - Norma E.070 Albañilería, (2019), sostiene que:

a. Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

- Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009.
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830.
- De conformidad con la norma NTP 339.002, una combinación que consiste en cemento Portland o cemento al que se le ha añadido cal hidratada.
- Siempre que los pilotes y muros de contención que se someten a ensayo presenten resistencias superiores al 90 % del valor obtenido con cemento Portland I o cemento añadido IP, se aceptará cualquier otro tipo de cemento.

b. Se requiere que el agregado fino sea arena natural que no contenga materiales orgánicos ni sales, y que posea las propiedades que se enumeran en la tabla. En caso de que las pruebas de pilotes y muros produzcan resistencias superiores al 90 % del valor obtenido con la arena de la tabla, se aceptarán otros tamaños de grano.

**Tabla 4**

*Parámetros granulométricos de la arena*

Granulometría de la arena	
Mallas	% que pasa
Nº 4	100
Nº 8	95 - 100
Nº 16	70 - 100
Nº 30	40 - 75
Nº 50	10 - 35
Nº 100	2 - 15
Nº 200	< de 2

**Nota.** (RNE - Norma E.070 Albañilería, 2019)

Según RNE - Norma E.070 Albañilería, (2019) sostiene que:

- La cantidad de arena que debe conservarse entre dos mallas sucesivas no debe superar el cincuenta por ciento.
  - Se recomienda que el módulo de finura se sitúe entre 1,60 y 2,50.
  - El porcentaje máximo de partículas friables no debe superar el uno por ciento del peso total.
  - No se recomienda el uso de arena marina.
- **Clasificación para fines estructurales:** Existen dos variedades de mortero: el mortero tipo P, que se utiliza en la construcción de muros de carga, y el mortero tipo NP, que se utiliza en la construcción de muros sin carga. Ambos tipos de mortero se utilizan en la construcción de muros. (RNE - Norma E.070 Albañilería, 2019)
- **Proporciones:** Las proporciones volumétricas de los componentes del mortero, mientras se encuentren en estado suelto, deben ser las mismas que las detalladas en la tabla. (RNE - Norma E.070 Albañilería, 2019)

**Tabla 5**

*Especificaciones del mortero*

Tipos de mortero				
Tipo	Componentes			Usos
	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a 1/2	3 a 3 1/2	Muros portantes
P2	1	1 a 1/4	4 a 5	Muros portantes
NP	1		Hasta 6	Muros no portantes

**Nota.** (RNE - Norma E.070 Albañilería, 2019)

Según RNE - Norma E.070 Albañilería, (2019) sostiene que:

- Si las pruebas de pilotes y muros producen resistencias equivalentes o superiores a las requeridas, se permite utilizar otras composiciones de mortero, morteros que contengan cementos para albañilería o morteros industriales (en sacos o premezclados).

- En caso de que no se disponga fácilmente de cal hidratada normalizada, se puede utilizar mortero que no contenga cal, siempre que se respeten las proporciones de cemento y arena indicadas anteriormente.

#### 2.2.1.4. Normativa ASTM C-270 (Morteros)

Comprender las características más importantes del mortero y el papel que desempeña en la construcción de mampostería permite a los constructores aprovechar al máximo estas propiedades, al tiempo que llama la atención sobre el hecho de que el mortero premezclado es una alternativa fiable. El mortero está diseñado para utilizarse in situ y facilitar el trabajo del albañil, minimizando el tiempo necesario para preparar la mezcla in situ y garantizando que el mortero se mantenga utilizable durante más tiempo que el mortero tradicional. ASTM (2025)

El mortero es una mezcla de material cementoso, arena, agua y, en ocasiones, aditivos que, una vez curado, presenta cualidades físicas y mecánicas comparables a las del hormigón. En términos generales, el mortero puede caracterizarse como una mezcla de estos dos componentes. Además, se utiliza ampliamente en la construcción de muros con el fin de unir unidades de mampostería, que son bloques de hormigón, y recubrirlas con yeso. ASTM (2025)

La norma ASTM C 270, que es la especificación estándar para morteros de albañilería, solo cubre cuatro tipos diferentes de morteros en este momento. Es posible diseñar ciertos tipos de mortero de acuerdo con las especificaciones por proporción o por características, pero no por ambos factores simultáneamente. Siempre que se mencione la norma ASTM C 270, el enfoque adecuado es el diseño proporcional. En la norma ASTM C 270 se mencionan cuatro variedades diferentes de mortero. Estos morteros son M, N, S y O. La selección de un tipo concreto de mortero suele estar determinada por los requisitos del elemento estructural que se ha completado. Siempre que se hace referencia a la norma ASTM C 270, pero no se menciona ninguna técnica específica, se aplica la norma por proporción ASTM (2025)



**Tipo M.** Es una combinación que alcanza un alto nivel de resistencia y proporciona una mayor durabilidad que otros morteros. Cuando se trata de mampostería reforzada o no reforzada que está sujeta a fuertes tensiones de compresión, heladas severas, cargas laterales de tierra, vientos fuertes o terremotos, se debe utilizar este tipo de mampostería. Se recomienda utilizar el tipo M en construcciones que entran en contacto con el suelo, como cimientos, muros de contención, aceras, alcantarillado y pozos. Esto se debe a que el tipo M garantiza una mayor durabilidad.

**Tipo S.** alcanza la máxima resistencia de adherencia que puede tener un mortero. Una estructura que esté sometida a cargas de compresión normales y que, además, requiera resistencia de adherencia, debe construirse utilizando el tipo S. En situaciones en las que el mortero es lo único que fija la pared a la superficie, como cuando los revestimientos son de terracota o baldosas de arcilla cocida, también se debe utilizar el tipo S.

**Tipo N.** El mortero es un material versátil que se puede utilizar en proyectos de albañilería situados sobre el suelo. Los revestimientos de albañilería, las paredes internas y los tabiques son buenas oportunidades para su aplicación. El mortero de resistencia media que utilizamos ofrece el equilibrio óptimo entre resistencia, trabajabilidad y rentabilidad.

**Tipo O.** Es un mortero con una alta concentración de cal, pero con baja resistencia a la compresión. Utilícelo para revestimientos exteriores que no se congelan cuando se mojan, así como para paredes y tabiques que no tienen funciones de soporte de carga. En edificios residenciales de una o dos plantas, se utiliza con frecuencia el mortero tipo O. Debido a su bajo coste y su excelente trabajabilidad, es un material muy apreciado por los carpinteros.

Tabla 6

*Tipos de mortero según su empleo en la construcción*

Tipo de mortero	Uso recomendado en la construcción	Resistencia a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
M	Muros de mampostería sometidos a cargas de compresión, cargas de nieve severas o cargas laterales enormes como resultado de terremotos, vientos huracanados o presión atmosférica.	175
S	Estructuras que requieren gran resistencia a la flexión en las juntas pero que estarán sujetas únicamente a cargas normales de compresión.	125
N	Construcción de paredes interiores y de división	54
O	Paredes no cargadas y paredes de división. Apoyos de mampostería sólida con esfuerzo admisible de compresión no mayores a 100 psi	25

**Nota.** Resistencias a los 28 días según tipo de mortero. Tomada de ASTM (2025).

### 2.2.2. Componentes de albañilería

Para producir elementos estructurales y no estructurales en estructuras, tales como muros, muros de carga, columnas y otros sistemas de cerramiento, los bloques de mampostería son componentes prefabricados diseñados para su uso en la construcción de edificios. Estos elementos se elaboran a partir de diversos materiales, como arcilla, concreto, piedra natural o compuestos especializados, seleccionados en función de los requerimientos específicos del proyecto: resistencia estructural, durabilidad, aislamiento térmico o comportamiento acústico, entre otros. Su empleo es fundamental en el ámbito constructivo, ya que garantizan la integridad y estabilidad del conjunto edificado. (399.610, 2003)

Entre las unidades más comunes se encuentran los ladrillos, fabricados principalmente a partir de arcilla cocida. Destacan por su resistencia, adaptabilidad y amplia gama de aplicaciones, sirviendo tanto en muros estructurales como en divisiones interiores. Estos pueden variar en tamaño, forma y acabado superficial, dependiendo del

uso y diseño arquitectónico. En contraste, los bloques de concreto, compuestos de cemento, arena y agua, presentan un mayor volumen que los ladrillos, lo que los hace ideales para construcciones de mayor envergadura, particularmente en muros de carga de edificaciones de varios niveles, donde se requiere mayor capacidad portante. (Álvarez, 2024)

Asimismo, se incluyen otras unidades como las piedras, que tradicionalmente han sido utilizadas en edificaciones monumentales o de alta durabilidad, como bases estructurales, muros de contención o fachadas ornamentales. También existen los bloques de vidrio, útiles en áreas que requieren iluminación natural sin comprometer la privacidad, y las unidades elaboradas con yeso, empleadas principalmente para la construcción de tabiques livianos y elementos decorativos. (Irigoín, 2022)

la selección de la unidad de albañilería adecuada no solo debe basarse en sus propiedades mecánicas, sino también considerar factores como su disponibilidad, facilidad de colocación, eficiencia en tiempo de obra y costo total. Tomar una decisión acertada en la elección del tipo de unidad garantiza que el sistema constructivo cumpla con los criterios de seguridad estructural, eficiencia energética y normativas técnicas vigentes. (Álvarez, 2024)

#### **2.2.2.1. Propiedades de las unidades de albañilería**

- La precisión en el tamaño y la forma de los bloques de mampostería es fundamental para cumplir con los requisitos deseados de alineación y distribución del mortero. Las dimensiones y la geometría desempeñan un papel importante en este sentido. Las dimensiones inconsistentes o las deformaciones en las piezas dan lugar a la creación de espacios vacíos o desalineaciones, respectivamente, lo que reduce la consistencia de las juntas y facilita la colocación. Es necesario que el mortero cubra completamente las áreas de contacto entre las piezas para garantizar una conexión estructural eficaz. De este modo se garantizará que la consistencia, la estabilidad y la resistencia de la construcción se mantengan durante todo el proceso. (Ayarquispe, 2024)



- La adherencia también se ve influida significativamente por la rugosidad de la superficie de las piezas de mampostería, lo cual es un factor importante en el proceso general. El proceso de unión mejora considerablemente con superficies rugosas o en relieve, ya que aumentan la fricción y la superficie. Las superficies lisas o pulidas, por otro lado, tienen una menor capacidad de anclaje, lo que dificulta la adhesión y hace que la unión estructural sea menos resistente. (Ayarquispe, 2024)
- Capacidad de absorción de agua: Las propiedades de absorción de agua de los elementos de mampostería son el factor más importante a la hora de determinar cómo interactúan con el mortero. Los ladrillos y bloques que absorben una cantidad excesiva de agua provocarán una disminución de la cantidad de humedad accesible en el mortero, Esto tiene un impacto perjudicial en su proceso de fraguado y endurecimiento. Para evitar una pérdida excesiva de agua y garantizar que los componentes se adhieran entre sí de manera correcta, se recomienda humedecer previamente estas unidades antes de su instalación. (Ayarquispe, 2024)
- La calidad de la adhesión del mortero se ve directamente afectada por la porosidad de los elementos de mampostería, como bloques y ladrillos, que se incluyen en los elementos de mampostería. Para facilitar una mejor penetración de la mezcla, lo que a su vez favorece una unión más fuerte entre los materiales, se requiere una superficie con una porosidad moderada. Esto puede provocar un fraguado prematuro y una reducción de la adhesión efectiva, lo que a su vez compromete la resistencia de la junta. Sin embargo, cuando la porosidad es grave, puede hacer que el mortero absorba agua más rápidamente de lo normal. (Ayarquispe, 2024)
- El rendimiento estructural del conjunto se ve directamente afectado por la resistencia a la compresión de los elementos de mampostería, que es la capacidad de los elementos para absorber cargas compresivas. En presencia de presión, un componente con baja resistencia puede sufrir deformación o fractura, lo que disminuye la eficacia del mortero como agente químico de unión. Para garantizar la integridad estructural y la estabilidad del edificio construido, el mortero debe diseñarse de tal

manera que complemente la resistencia mecánica del ladrillo o bloque. (Ayarquispe, 2024)

### 2.2.3. Polvo de caucho

El polvo de caucho es una opción eficaz para zonas expuestas a productos químicos, humedad u otras condiciones desfavorables debido a su excelente resistencia a la corrosión, que es una de las propiedades más destacadas del polvo de caucho. Debido a su excepcional resistencia a los ácidos, bases y sales, este material se utiliza habitualmente en la fabricación de productos tales como tuberías, conductos y revestimientos para sistemas de fontanería, electricidad y drenaje. Su resistencia al desgaste por fricción, que aumenta su vida útil y lo hace adecuado para una variedad de aplicaciones en los sectores de la construcción y la industria, es una ventaja adicional. (Cabrera, 2018)

Este compuesto es de gran importancia en los sectores de la construcción y la ingeniería civil, especialmente en componentes como marcos de ventanas, perfiles de puertas y sistemas de conductos. La forma más común de este compuesto es el polvo de caucho rígido, que es también el tipo más utilizado. En contraste, el polvo de caucho flexible que se obtiene mediante la incorporación de plastificantes es aprovechado en la fabricación de componentes como cables eléctricos, mangueras, revestimientos de suelos y cortinas para ambientes húmedos. Este último tipo se caracteriza por su adaptabilidad y facilidad de moldeado, lo cual le permite ajustarse a distintas configuraciones y usos funcionales. Cañarte et al. (2023)

Más allá de sus propiedades físico-mecánicas, el polvo de caucho destaca también por su bajo costo y facilidad de procesamiento, lo que ha contribuido a su amplio uso en el mercado global. No obstante, su producción y proceso de reciclaje plantean ciertos retos ambientales, especialmente por la emisión de compuestos químicos potencialmente tóxicos durante su manufactura y descomposición. A pesar de estas limitaciones, su



robustez, longevidad y economía continúan consolidándolo como un recurso versátil en diversas ramas de la industria. (Carrillo, 2023)

### **2.2.3.1. Propiedades del polvo de caucho**

Debido a sus características únicas y a la posibilidad de que pueda mejorar el rendimiento del hormigón, la incorporación de polvo de caucho en las mezclas de hormigón ha suscitado mucho interés en los últimos años. El polvo de caucho se obtiene normalmente mediante el reciclaje de neumáticos usados, lo que no solo contribuye a la preservación del medio ambiente, sino que también ofrece al sector de la construcción una opción rentable y eficiente. Sucasaca (2024)

#### **a. Propiedades Físicas**

Como aditivo para el hormigón, el polvo de caucho resulta atractivo debido a las cualidades físicas que posee. La densidad de este material es notablemente inferior a la de los áridos convencionales y posee una textura fina. Como resultado, se obtiene un hormigón más ligero. Cuando el peso es un componente importante de la aplicación, tiene el potencial de ser útil. El polvo de caucho también tiene una gran capacidad para absorber agua, lo que puede influir en la trabajabilidad de la mezcla y en la formación de burbujas de aire, lo que en última instancia se traduce en una mejora de la resistencia del material al agrietamiento. Sucasaca (2024)

#### **b. Propiedades Mecánicas**

Ciertas cualidades mecánicas pueden mejorarse utilizando polvo de caucho en el hormigón, lo que constituye una de las ventajas más significativas de esta tecnología. Con el fin de hacer que el hormigón sea más resistente al impacto y a la deformación, la aplicación de polvo de caucho puede aumentar la ductilidad y la dureza del material. En situaciones en las que el hormigón está sometido a cargas dinámicas o condiciones de impacto, como en pavimentos y estructuras de soporte, esta característica resulta especialmente ventajosa. Por el contrario, es fundamental tener en cuenta que la adición de una cantidad excesiva de polvo de caucho puede provocar una disminución de la



resistencia a la compresión del hormigón. Por lo tanto, es necesario encontrar una dosis que represente un compromiso aceptable para el usuario. Sucasaca (2024)

### **c. Propiedades Térmicas y Acústicas**

Las cualidades térmicas y acústicas del hormigón también pueden mejorarse con el uso de polvo de caucho. La estructura celular de este material tiene la capacidad de actuar como aislante térmico, lo que ayuda a mantener una temperatura constante en todo el edificio. Otra ventaja del uso de polvo de caucho es que puede reducir la transmisión del sonido, lo que resulta especialmente útil en entornos metropolitanos donde el ruido es un problema. Por ello, el hormigón con polvo de caucho es una opción atractiva para la construcción de edificios y para la pavimentación en lugares propensos al ruido. (Castro, 2023)

### **d. Sostenibilidad y Reciclaje**

En lo que respecta a la sostenibilidad, tiene importantes repercusiones. Es posible limitar la cantidad de basura que se deposita en los vertederos y apoyar la economía circular mediante la utilización de neumáticos reciclados. El sector de la construcción siempre está buscando materiales más respetuosos con el medio ambiente, y esta técnica no solo ayuda a reducir el impacto negativo que los neumáticos desechados tienen sobre el medio ambiente, sino que también ofrece una respuesta innovadora para el sector. (Castro, 2023)

#### **2.2.4. Características del mortero**

Cuando este material se somete a diversas tensiones y situaciones de carga a lo largo de su vida útil en un proyecto de construcción, se caracteriza por un conjunto de características fundamentales que definen el rendimiento estructural del material. Estas características no solo permiten evaluar la capacidad del material para soportar tensiones y deformaciones, sino que también desempeñan un papel importante a la hora de

determinar los requisitos de durabilidad, estabilidad y seguridad del material dentro de cualquier sistema de construcción. (Castro, 2023)

Estas características mecánicas comprenden una variedad de factores relacionados con sus propiedades. La respuesta del mortero a los impactos externos, ya sean causados por el peso estructural, impactos accidentales, vibraciones, cambios térmicos o agentes ambientales como la humedad o la exposición a productos químicos, se ve directamente influenciada por cada una de estas cualidades. Con el fin de garantizar que las mezclas utilizadas en los elementos de albañilería satisfagan los requisitos técnicos de los códigos de construcción y los criterios de seguridad estructural, es esencial realizar una evaluación adecuada de estas cualidades. (Castro, 2023)

Además de influir en la calidad general del producto acabado, las propiedades mecánicas del mortero afectan a su rendimiento a lo largo del tiempo, a la integridad de las partes en las que se aplica (como paredes, tabiques o columnas) y a la eficiencia con la que se construye el proyecto. El rendimiento estructural óptimo de un edificio puede mejorarse considerablemente utilizando una mezcla de mortero que proporcione una buena combinación de resistencia, cohesión interna y adhesión adecuada. Esto permitirá que el edificio tenga una vida útil más larga y reducirá la necesidad de intervenciones correctivas o mantenimiento prematuro. (Castro, 2023)

Esto lleva a la conclusión de que sus propiedades no solo son una parte técnica del análisis de laboratorio, sino también un componente esencial en la planificación, el diseño y la ejecución de cualquier proyecto de ingeniería civil. Se puede llegar a esta conclusión basándose en la información presentada anteriormente. Considerando que el rendimiento estructural de los edificios está íntimamente relacionado con la seguridad, la funcionalidad y la sostenibilidad de las estructuras. (Castro, 2023)

#### **a. Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.**

En lo que respecta a las cualidades mecánicas del mortero utilizado en elementos estructurales de mampostería, la resistencia a la compresión axial en pilotes es una de las



más importantes. Una pared se define como una unidad vertical compuesta por ladrillos, bloques u otros elementos de mampostería unidos entre sí con mortero. Esta característica se refiere específicamente a la capacidad de una pared para resistir cargas verticales que se aplican a lo largo de su eje longitudinal sin sufrir deformaciones críticas ni colapsos estructurales. Clemente y Solier (2024)

Esta propiedad es de suma importancia en contextos de construcción reales, especialmente en sistemas de soporte de carga, que incluyen muros de carga, columnas o soportes de mampostería. La función estructural principal de estos sistemas es recibir y transmitir el peso de las estructuras superiores, como losas, techos u otros tipos de cargas permanentes y variables, en dirección a la base. Una carga que actúa perpendicular y centralmente sobre la superficie de apoyo del pilote se denomina «compresión axial». Este tipo de carga nos permite suponer que se distribuye uniformemente por toda la sección transversal del elemento considerado. Clemente y Solier (2024)

En el laboratorio se producen pilas estandarizadas para analizar esta propiedad. Estas pilas reflejan las condiciones reales de trabajo del mortero y los materiales de construcción que se utilizan. Hasta que estas muestras alcanzan el punto de fallo, se someten continuamente a una tensión axial creciente mediante el uso de una prensa hidráulica controlada. Las grietas, las deformaciones permanentes o el colapso rápido son posibles manifestaciones de este punto, que se describe como el momento en el que la estructura deja de ser capaz de resistir adecuadamente la tensión que se le aplica. Para calcular el valor de la resistencia a la compresión axial, se divide la magnitud de la mayor carga que el pilote fue capaz de soportar antes de fallar por el área de la sección transversal del pilote. Clemente y Solier (2024)

Debido a que ofrece una medición directa de la capacidad de carga vertical de un sistema de mampostería, este parámetro es muy importante no solo para el diseño de estructuras, sino también para la validación de materiales en proyectos de ingeniería civil. Además, permite determinar los numerosos factores que influyen en el comportamiento mecánico global de las estructuras verticales. Entre estos factores se encuentran el tipo de



mortero utilizado, la calidad de los bloques, las dimensiones de las juntas y la calidad de la ejecución. Clemente y Solier (2024)

### **b. Resistencia a la compresión en probetas cúbicas de mortero.**

Los cubos de mortero son una de las cualidades esenciales que se utilizan para evaluar el comportamiento del mortero cuando se somete a cargas axiales. Esta característica se refiere a la capacidad del mortero para soportar tensiones de compresión sin ceder ante fallos estructurales, Se utiliza un enfoque estandarizado, ampliamente utilizado en el campo de la ingeniería civil y la tecnología de materiales de construcción, para llevar a cabo el proceso de determinación de cualquier cosa. Estela y Vásquez (2020)

Una vez alcanzada la edad de curado adecuada, las muestras de mortero cúbico moldeadas se someten a cargas de compresión progresivas utilizando una máquina de ensayo universal. Las dimensiones típicas de estas muestras oscilan entre 50 mm y 70,7 mm por cada lado. Esta carga se aplica de manera uniforme sobre las caras opuestas del cubo hasta alcanzar el punto de rotura, es decir, el momento en el cual la muestra pierde su integridad estructural y no puede seguir resistiendo la fuerza aplicada. Por lo general, el valor de la resistencia a la compresión del mortero se expresa en megapascales (MPa) o kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{kg/cm}^2$ ), y se calcula dividiendo la carga máxima registrada en el momento de la rotura por el área de la sección transversal de la muestra. Estela y Vásquez (2020)

Este ensayo es de gran relevancia técnica debido a que proporciona una medida representativa del desempeño estructural del mortero, especialmente en lo que respecta a su capacidad para resistir las cargas aplicadas de albañilería. Además, permite verificar si la mezcla cumple con los requisitos nacionales o internacionales, lo que garantiza que las construcciones en las que se emplea sean de alta calidad, seguras y duraderas. Estela y Vásquez (2020)

Las probetas cúbicas de mortero se ensayan comúnmente a diferentes edades, tales como a los 7, 14 y 28 días de curado, con el fin de estudiar la evolución del desarrollo de la resistencia a lo largo del tiempo. Este seguimiento permite identificar el



comportamiento de hidratación del cemento y la influencia de otros componentes, como aditivos o materiales reciclados, sobre el desempeño final del mortero. Estela y Vásquez (2020)

### 2.3. Marco conceptual

- a. **Albañilería estructural.** – En este método, los componentes de un edificio diseñados para soportar y distribuir cargas, como muros, columnas o cimientos, se construyen utilizando elementos como ladrillos, bloques o piedras. Su principal función es resistir esfuerzos, especialmente de compresión, aportando estabilidad y seguridad a la estructura.
- b. **Asentado de muros.** - Implica construir muros estables y alineados colocando ladrillos, bloques o piedras con mortero en las posiciones adecuadas. Este proceso asegura la correcta unión y distribución de cargas, siendo esencial para la resistencia y estabilidad estructural de una edificación.
- c. **Durabilidad del mortero.** - Es su capacidad para conservar resistencia y funcionalidad con el tiempo, enfrentando humedad, cambios de temperatura, agentes químicos y desgaste sin degradarse, asegurando estructuras estables y seguras a largo plazo.
- d. **Mortero.** - Une elementos de mampostería, brindando estabilidad y protección. Sus proporciones y aditivos varían según el uso, adaptando sus propiedades a cada necesidad constructiva.
- e. **Muros de albañilería.** - Se construyen uniendo ladrillos, bloques o piedras con mortero. Pueden ser estructurales, soportando cargas, o divisorios. Su resistencia depende de los materiales, el asentado y la distribución de esfuerzos.



- f. **Polvo de caucho.** - Es un material derivado del reciclaje de neumáticos usados, que se obtiene mediante un proceso de molienda. Además, su uso contribuye a la sostenibilidad al reducir la cantidad de residuos de neumáticos en vertederos.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de investigación se sustenta en la medición estadística de los fenómenos, lo que corresponde al carácter cuantitativo, y se orienta a la manipulación deliberada de variables independientes con el fin de analizar sus efectos sobre las variables dependientes. Todo ello se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, propias de los diseños experimentales, lo que garantiza la precisión de los resultados. Silvestre y Huamán (2019)

La investigación en un enfoque cuantitativo, dado que se centra en la manipulación controlada de variables para medir sus efectos sobre otras.

#### 3.2. Tipo de la investigación

La investigación aplicada se caracteriza por su enfoque orientado hacia la resolución de problemas concretos y específicos que surgen en contextos reales, haciendo uso del conocimiento teórico ya existente para proponer soluciones prácticas y viables. A diferencia de la investigación pura o básica, cuyo propósito principal es ampliar el cuerpo de conocimientos sin necesariamente buscar una aplicación inmediata, la investigación aplicada pretende generar respuestas que puedan ser directamente implementadas en sectores productivos, industriales, sociales o tecnológicos. Al convertir los resultados



científicos en acciones que mejoran los procesos, maximizan los recursos o remedian las debilidades existentes, es capaz de salvar la brecha entre la teoría y la práctica, que es donde reside su valor. (Hernandez & Baptista, 2014)

Por lo tanto, el objetivo de la investigación aplicada que se está llevando a cabo aquí no es solo encontrar una solución a un problema técnico en el campo de los materiales de construcción, sino también contribuir a la innovación y la sostenibilidad de la industria, mediante la facilitación de la utilización racional de los recursos y el reciclaje de los residuos sólidos industriales, así como mediante la propuesta de soluciones viables que puedan repetirse en situaciones comparables.

### **3.3. Nivel de la investigación**

La investigación a nivel explicativo tiene como objetivo comprender y proporcionar una explicación de los factores o causas responsables de la ocurrencia de sucesos o acontecimientos concretos. Su objetivo principal es proporcionar una explicación del «porqué» detrás de los sucesos, determinando la conexión entre las variables. Este tipo de investigación, a diferencia de los niveles exploratorios o descriptivos, profundiza más en el establecimiento de causas mediante la comprobación de hipótesis. La investigación explicativa puede incluir estudios observacionales o experimentales que controlan variables con el fin de verificar los vínculos causales que se están investigando. Guevara et al. (2020)

En el presente estudio el nivel es explicativo, ya que permite entender las relaciones de causa y efecto que surgen a partir de la modificación de la mezcla tradicional, aportando evidencia concreta sobre los mecanismos que intervienen en la mejora o el deterioro del desempeño del mortero, y proporcionando una base científica sólida para la toma de decisiones en el diseño de nuevos materiales.

### **3.4. Diseño de la investigación**

El diseño experimental aplicado en esta investigación constituye una herramienta estadística fundamental que permite analizar, de manera sistemática, cómo una o más



variables independientes influyen directamente en una o varias variables dependientes. Esta metodología se basa en la manipulación intencionada y controlada de ciertos factores dentro del entorno experimental precisas y verificables. De este modo, se busca identificar y cuantificar el impacto que dichas variables tienen sobre los resultados observados, garantizando condiciones controladas que permitan obtener conclusiones confiables y reproducibles Hernández (2018).

En el presente estudio el diseño es experimental, debido a que se manipula intencionalmente la variable independiente (polvo de caucho), así también permite comparar los resultados obtenidos entre los distintos tipos de mortero, sino también determinar con exactitud el efecto que tiene la incorporación de materiales alternativos o reciclados en su desempeño estructural. Así, el estudio experimental no solo proporciona una base objetiva para validar la hipótesis planteada, sino que también facilita la generación de conocimientos aplicables a futuros desarrollos en el ámbito de la construcción sostenible.

### **3.5. Método de la investigación**

El conocimiento basado en la evidencia puede desarrollarse mediante la observación metódica de los fenómenos mediante el uso del método científico, que es un proceso estructurado, racional y objetivo, un estudio exhaustivo de los datos recopilados, la formulación de hipótesis que proporcionen una explicación, la medición exacta de las variables y la realización de experimentos en condiciones controladas. Esta metodología se apoya en dos principios fundamentales: por un lado, la falsabilidad, que plantea que toda afirmación científica debe poder ser puesta a prueba y potencialmente refutada a través de la evidencia empírica; y, por otro lado, la reproducibilidad, que exige que cualquier resultado sea replicable por otros investigadores en distintos contextos, utilizando los mismos procedimientos y obteniendo conclusiones comparables. (Balcells (2018)

En presente estudio se basa en un método científico, ya que se generan y aportan nuevos conocimientos a la tecnología de asentado de muros, se procederá al tratamiento



y análisis de los resultados mediante herramientas estadísticas adecuadas, lo que permitirá interpretar las relaciones existentes entre las variables estudiadas y validar o refutar las hipótesis formuladas. Este enfoque garantiza que las conclusiones alcanzadas no solo sean consistentes con la evidencia empírica, sino que además sean útiles para futuros estudios o aplicaciones en el campo de la ingeniería civil y los materiales de construcción sostenibles.

### **3.6. Población y muestra**

#### **3.6.1. Población**

La población en una investigación científica se define como el universo completo de elementos, sujetos u objetos que comparten una o más características en común y que son relevantes para el propósito del estudio. Esta población representa el grupo objetivo al que se pretende estudiar, analizar o del que se desea obtener información, ya sea para realizar generalizaciones, establecer patrones o identificar relaciones entre variables. La población constituye el marco general sobre el cual se sustenta el proceso investigativo, y su correcta identificación permite desarrollar un diseño metodológico coherente con los objetivos del estudio, asegurando que los hallazgos obtenidos puedan ser pertinentes, aplicables y útiles para comprender o resolver la problemática planteada Pino (2018).

En la presente investigación la población está conformada por la totalidad de los tipos de mortero comúnmente empleados en los procesos constructivos asociados al asentado de muros de albañilería dentro de los límites territoriales de la provincia de Azángaro. Esta población incluye todas las variantes de mezclas cementicias utilizadas en obras tanto residenciales como comerciales, públicas y privadas, abarcando desde morteros convencionales hasta aquellos que incorporan aditivos o materiales alternativos.

#### **3.6.2. Muestra**

La muestra de una investigación constituye un conjunto reducido y representativo de elementos extraídos de la población total que se pretende estudiar. Este subconjunto

se define de forma meticulosa y estratégica, bajo criterios previamente establecidos, con el objetivo de garantizar que las características fundamentales de la población completa estén adecuadamente reflejadas dentro de la muestra seleccionada Pino (2018).

La muestra utilizada en este estudio está compuesta por muestras de pilas de albañilería y cubos de mortero endurecido. El mortero sin la adición de los materiales a añadir, y el mortero con polvo de caucho (PC) en función de peso del cemento.

**Tabla 7**

*Muestras para los ensayos de pilas de albañilería y cubos de mortero*

Muestra	Número de muestras			Cantidad de muestras
	7 días	14 días	28 días	
Muestra Patrón	4	4	4	12
MP + 4% PC	4	4	4	12
MP + 8% PC	4	4	4	12
MP + 12% PC	4	4	4	12
	Total			48

**Nota.** PC (Polvo de Caucho).

### 3.7. Técnicas e instrumentos

#### 3.7.1. Técnicas

Los métodos, procedimientos y herramientas operativas que se utilizan en el proceso de obtención, organización, análisis e interpretación de datos se denominan conjuntamente metodologías de investigación. Teniendo en cuenta la naturaleza del problema que se plantea, los objetivos específicos del estudio, el enfoque metodológico que se utiliza y el tipo de información que se busca, estas estrategias son esenciales para convertir una pregunta de investigación en datos empíricos verificables.

Según Carrasco (2018), sostiene que:

- **Observación directa,** En el proceso de selección y validación de una mezcla adecuada para aplicaciones de albañilería, pudimos descubrir características clave de trabajabilidad, control de fraguado y manejabilidad mediante la observación directa. Estos son aspectos vitales que son esenciales para el proceso.
- **Laboratorio,** Debido a que permitía una evaluación exhaustiva y controlada, se determinó que la experimentación en laboratorio era el método más importante y fundamental para la recopilación de datos empíricos en este estudio. Utilizando equipos estandarizados y procesos reglamentarios, esta técnica se llevó a cabo en un entorno tecnológico sometido a un estricto control. Esto garantizó que los resultados obtenidos fueran válidos y fiables.

### 3.7.2. Instrumentos

En función de la naturaleza del estudio, el tipo de información que se va a recopilar y el diseño metodológico que se está utilizando, estos instrumentos pueden adoptar diversas formas en el contexto de la investigación científica. Los cuestionarios estructurados, las escalas de valoración, los registros de observación sistemática, las guías de entrevistas guiadas o abiertas, las pruebas estandarizadas y los protocolos de pruebas de laboratorio son algunos de los tipos de preguntas más frecuentes que se solicitan, así como plantillas para el análisis de datos experimentales. En el proceso de desarrollo de cada uno de estos instrumentos, se prestó especial atención al contexto en el que se utilizarán, así como a los factores críticos, la validez y los criterios de fiabilidad que entran en juego.

Según Sánchez et al. (2021), sostiene que:

- **Máquina universal de ensayo de compresión:** En el campo del análisis mecánico de materiales de construcción, este dispositivo especializado es el equipo más importante que se puede encontrar. Parámetro vital que refleja la capacidad del material para soportar tensiones aplicadas axialmente sin sufrir deformaciones críticas ni colapsos.

Su función principal es determinar la resistencia a la compresión de muestras de mortero. Esta determinación es la función principal del instrumento. Hasta que la muestra alcanza su punto de fallo o fractura, la máquina cumple su función aplicando una tensión vertical progresiva y regulada. Para validar su uso en construcciones de mampostería que requieren altos niveles de resistencia y seguridad, se requiere el valor obtenido durante esta prueba, que representa una medición directa.

- **Cronómetro digital de precisión:** Es necesario utilizar un cronómetro digital para garantizar que las horas relacionadas con el inicio y el final del proceso de fraguado del mortero se registren con precisión. Desde el momento en que se mezclan los componentes hasta que el material alcanza un nivel de rigidez suficiente para evitar la deformación, este equipo permite controlar con precisión el tiempo transcurrido hasta ese momento. A la hora de determinar si el mortero es viable para su uso en diversas situaciones ambientales o logísticas durante el proceso de construcción, el tiempo de fraguado es un aspecto esencial que debe tenerse en cuenta.
- **Niveles de burbuja y reglas de medición estándar:** Se utilizarán instrumentos como niveles de burbuja y reglas milimétricas para garantizar que las soluciones de mortero sean consistentes, fluidas y uniformes durante todo el proceso de aplicación experimental. Para determinar si la mezcla creada tiene una distribución homogénea, buena trabajabilidad y una capacidad de extensión adecuada para su uso en la construcción de muros u otros elementos de albañilería, lo cual puede determinarse con el uso de estos equipos, se pueden realizar observaciones visuales y mediciones dimensionales. La detección de anomalías en el asentamiento o deformaciones causadas por la falta de cohesión del material también se facilita con la ayuda de estos métodos.
- **Balanza electrónica de alta precisión:** Para garantizar que los ingredientes que componen la mezcla, es decir, cemento, arena y polvo de caucho, se midan con precisión, es fundamental utilizar una balanza digital de precisión durante toda la fase de preparación de la muestra. Cuando estos componentes se miden con precisión, se

garantiza que las proporciones establecidas en el diseño experimental puedan reproducirse. Esto, a su vez, garantiza que los resultados obtenidos en pruebas posteriores sean coherentes y fiables. Debido a la posibilidad de que cualquier variación en la dosificación tenga un impacto importante en el comportamiento mecánico y físico del mortero, la validez del estudio podría considerarse comprometida.

### 3.8. Plan de recolección y procesamiento de datos

#### 3.8.1. Desarrollo del plan de recolección de datos

##### Fase I: Procedencia de los materiales.

a) **Procedimiento para la obtención de muestras de agregados naturales:** Durante una visita técnica a las canteras locales, estratégicamente ubicadas en la provincia de Azángaro, se identificaron los áridos naturales necesarios para la producción de mortero para la construcción de muros de mampostería. Al utilizar una pala manual como principal instrumento de extracción durante el proceso de recolección, fue posible retirar de forma cuidadosa el material superficial e intermedio de la zona asignada para la extracción de arena, Por lo tanto, es importante evitar incluir capas que hayan sido contaminadas o alteradas por elementos externos. Se realizó una selección de muestras representativas de áridos finos, principalmente arena, con el criterio de garantizar que el tamaño de grano de estas muestras fuera aceptable y uniforme en todas ellas, de conformidad con las normas técnicas para su uso en morteros de lecho. Con el fin de evitar cualquier tipo de pérdida o contaminación, cada componente de la muestra se colocó rápidamente en bolsas de plástico resistentes y se selló cuidadosamente. Para garantizar que el material pudiera rastrearse hasta su origen, cada bolsa llevaba una etiqueta identificativa con información esencial. Esta información incluía la fecha exacta de recogida, la ubicación geográfica precisa dentro de la cantera y el código de muestra correspondiente. Posteriormente, las muestras recolectadas fueron trasladadas, donde se iniciaron los procedimientos de análisis físico y mecánico. Esta fase tuvo como objetivo confirmar que los agregados cumplieran

con los criterios establecidos por las normas técnicas vigentes, tales como el tamaño máximo permisible, la limpieza, la forma y la composición mineralógica, garantizando de este modo su idoneidad y compatibilidad con el diseño del mortero propuesto.

### **Fase II: Obtención de polvo de caucho proveniente de neumáticos reciclados**

El polvo de caucho obtenido a partir de neumáticos fuera de uso (NFU) representa una de las soluciones más sostenibles dentro del reciclaje de residuos sólidos industriales. Su obtención involucra un conjunto de procesos manuales, térmicos y de clasificación granulométrica cuidadosamente controlados, con el objetivo de transformar un material altamente resistente y complejo en un insumo útil para la industria de la construcción, el concreto y/o adoquines.

#### **A. Recolección y clasificación inicial de los neumáticos**

El proceso inicia con la recolección de neumáticos usados provenientes de talleres mecánicos, centros de acopio y vertederos. Posteriormente, los neumáticos son clasificados según su tipo (radial o convencional), tamaño y estado físico, eliminando aquellos contaminados con aceites, lodos o materiales no reciclables. Este paso es crucial, ya que la composición del neumático (contenido de acero, fibras textiles, tipo de caucho natural o sintético) influye directamente en la calidad del polvo final.

#### **Figura 1**

*Adquisición de llantas en desuso*



## B. Desmontaje y limpieza

Antes del procesamiento, los neumáticos son desmontados de sus aros metálicos y lavados con agua a presión y detergentes biodegradables para eliminar polvo, residuos orgánicos y contaminantes superficiales.

El secado se realizó al aire libre, con temperaturas estándar de 18°C, para evitar alteraciones térmicas en la matriz elastomérica del caucho.

## C. Lijado de las llantas

En esta etapa, los neumáticos se proceden a rasparse con lijarse, lo que permite el desprendimiento fino del caucho, almacenándose en recipientes limpios y secos, este proceso toma cierto tiempo ya que el proceso de lijado es lento.

### Figura 2

*Obtención de polvo de caucho mediante lijado*



Después de la obtención de partículas finas de caucho se procede al tamizado de los mismos, para su utilización en la inclusión a los morteros, para el presente estudio se empleó el polvo de caucho pasante la malla N° 200.



## D. Clasificación

Las categorías más comunes son:

- Polvo grueso: 1.0 – 2.0 mm
- Polvo medio: 0.5 – 1.0 mm
- Polvo fino: 0.075 – 0.5 mm
- Ultrafino: < 75  $\mu$ m

Cada fracción se emplea en aplicaciones específicas; el polvo fino y ultrafino es ideal para adoquines y concretos modificados.

## Fase III: Ensayos en laboratorio.

### A. Ensayo de granulometría en agregados para mortero de asentado:

El ensayo de granulometría constituye un procedimiento fundamental dentro del control de calidad de los materiales utilizados en la elaboración de morteros, especialmente aquellos empleados en el asentado. Este análisis tiene como propósito principal determinar la distribución del tamaño conforman el agregado fino, como es el caso de la arena, evaluando su composición por fracciones según el diámetro de los granos. A través de este procedimiento, se logra establecer si el agregado presenta una gradación adecuada y continua, lo que es esencial para garantizar una buena trabajabilidad del mortero, así como su densidad compacta y su resistencia mecánica a largo plazo. Una granulometría bien distribuida permite que las partículas más pequeñas llenen los vacíos entre las más grandes, optimizando así la compacidad del mortero, reduciendo la cantidad de agua requerida y mejorando la adherencia entre las unidades de mampostería y el mortero. El ensayo se realiza generalmente en laboratorio mediante el uso de una serie de tamices estandarizados de diferentes tamaños de abertura, a través de los cuales se hace pasar una muestra representativa de arena previamente secada. El material retenido en cada tamiz se pesa y se expresa como porcentaje del total, lo que permite construir una curva granulométrica. Esta curva se compara con los límites especificados por normas técnicas,



como las del ASTM o las del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), para verificar si el material es apto para su uso. En el contexto específico del mortero para asentado de ladrillos o bloques, la adecuada gradación del agregado fino es crucial para asegurar una mezcla homogénea y consistente, con propiedades que contribuyan a la estabilidad estructural del muro, al control de fisuras y al desempeño duradero de la construcción.

### **B. Ensayo de contenido de humedad en materiales para mortero de asentado.**

Las mezclas cementicias, como el mortero destinado al asentado de muros de albañilería. Este procedimiento tiene como finalidad determinar con precisión la cantidad de agua retenida en los agregados finos o en mezclas frescas, como la arena o el mortero recién preparado, antes de su utilización en obra. La presencia de agua en los materiales puede deberse a varios factores, tales como condiciones ambientales (lluvia o humedad relativa elevada), almacenamiento inadecuado o incluso la naturaleza higroscópica del material. Esta humedad, si no se cuantifica y corrige adecuadamente, puede alterar significativamente las proporciones reales de la mezcla, afectando negativamente su desempeño físico y mecánico. En el caso específico del mortero para la colocación de unidades de mampostería como ladrillos, la cantidad de agua es un parámetro crítico, ya que influye directamente en la trabajabilidad, la adherencia a los elementos de unión y la resistencia estructural final del material. Un exceso de humedad puede provocar segregación, fisuración prematura o debilidad en las uniones, mientras que una cantidad insuficiente puede dificultar el manejo y la aplicación del mortero, reduciendo su capacidad de cohesión. El procedimiento estándar para la determinación del contenido de humedad consiste en tomar una muestra representativa del material, pesarla en estado húmedo, luego secarla en una estufa a una temperatura constante de aproximadamente 110 °C hasta alcanzar peso constante, y finalmente calcular la pérdida de masa. Este valor, expresado como porcentaje del peso original, representa el contenido de humedad del material. Esta información es fundamental para realizar los ajustes necesarios en la dosificación del agua de la mezcla, asegurando que se mantenga una relación



agua/cemento adecuado, lo que se traduce en un mortero de calidad, durable, con buena adherencia y resistencia, capaz de garantizar la estabilidad y seguridad estructural de la obra.

### **C. Ensayo de peso unitario aplicado a materiales para mortero de asentado.**

El ensayo de peso unitario, también conocido como ensayo de densidad aparente, es un procedimiento técnico que permite determinar la masa que ocupa un volumen determinado de un material en su estado suelto o compactado, expresado comúnmente en kilogramos por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ). Este ensayo es ampliamente utilizado en el ámbito de la construcción, especialmente para caracterizar materiales granulares como la arena, uno de los componentes esenciales en la elaboración de morteros. Cuando se trabaja con mezclas cementicias, como el mortero utilizado en el asentado de muros de albañilería, conocer con precisión el peso unitario de los agregados finos se vuelve indispensable. Este parámetro permite calcular correctamente la cantidad de material requerida por unidad de volumen, lo que resulta fundamental para realizar una dosificación exacta y coherente con las especificaciones técnicas del proyecto. El valor del peso unitario varía según el grado de compactación, la granulometría del material, su forma y textura superficial, así como su contenido de humedad. Por tal motivo, este ensayo puede realizarse bajo distintas condiciones: peso unitario suelto, compactado o saturado, dependiendo del tipo de aplicación y el nivel de precisión requerido. En el contexto de los morteros, la determinación del peso unitario de la arena permite establecer relaciones proporcionales entre los materiales componentes, facilitando la preparación de mezclas homogéneas, con buena trabajabilidad y propiedades mecánicas óptimas. Además, este valor sirve como base para estimar los volúmenes y pesos necesarios en obra, optimizando el uso de recursos y evitando desperdicios. El procedimiento consiste en llenar un recipiente calibrado de volumen conocido con el material (en este caso, arena) sin aplicar compactación en el caso de determinar el peso suelto, o mediante métodos normalizados si se requiere determinar



el peso compactado, luego se pesa el recipiente lleno y se deduce el peso neto del material.

Dividiendo esta masa entre el volumen del recipiente, se obtiene el peso unitario.

#### **D. Ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.**

Se realizó el apilado de los ladrillos tipo I (King Kong) para la preparación de las muestras de albañilería, las cuales fueron sometidas a los ensayos correspondientes para evaluar su desempeño estructural. Estos ensayos se realizaron a los 3, 7 y 14 días, ya que, en la construcción, los muros de albañilería suelen ser curados durante un máximo de dos semanas

Se constituye una prueba fundamental dentro de la ingeniería civil y la construcción, ya que permite determinar de manera cuantitativa la capacidad de carga vertical que una pila o segmento de muro puede soportar antes de experimentar falla estructural. Este tipo de ensayo se realiza aplicando una carga axial (es decir, vertical y centrada) de forma progresiva sobre una pila construida con unidades de mampostería –como ladrillos o bloques– unidas mediante mortero, con el fin de simular las condiciones reales a las que estaría sometida una estructura durante su vida útil. El objetivo principal de esta evaluación es verificar la capacidad del sistema compuesto por las unidades de albañilería y el mortero para resistir fuerzas de compresión sin sufrir colapsos o deformaciones críticas. En contextos estructurales, como en muros portantes, columnas de albañilería o cimientos, la resistencia a la compresión es una de las propiedades mecánicas más importantes, ya que estos elementos deben soportar cargas permanentes (como el peso propio de la edificación) y cargas variables (viento, sismo, uso). Durante el ensayo, se construyen pilas de dimensiones estandarizadas bajo condiciones controladas, siguiendo procedimientos establecidos por normativas técnicas (como ASTM C1314 o la norma E.070. Una vez curadas adecuadamente, las pilas son colocadas, la cual aplica una carga vertical creciente a velocidad constante, hasta que se produce la falla estructural de la muestra. La carga máxima soportada antes del colapso se divide entre el área transversal de la pila para calcular la resistencia a la compresión axial, expresada normalmente en kilogramos



por centímetro cuadrado ( $\text{kg/cm}^2$ ) o megapascales (MPa). Este ensayo no solo permite evaluar el comportamiento del mortero ante esfuerzos compresivos, sino que también analiza la interacción entre los materiales, la adherencia en las juntas, la calidad del asentado y la homogeneidad del sistema constructivo. Por ello, los resultados son útiles tanto para la validación de mezclas modificadas (como morteros con aditivos o materiales reciclados) como para el control de calidad en obras.

### **E. Ensayo a la compresión en cubos de mortero.**

Constituye una prueba mecánica indispensable dentro del control de calidad de materiales de construcción, en particular para verificar que el mortero empleado en obras de albañilería cumpla con los requisitos estructurales necesarios. Este procedimiento tiene como propósito principal determinar la capacidad del mortero para resistir cargas de compresión sin fallar, lo cual es esencial en su función como elemento de unión entre unidades de mampostería, como ladrillos o bloques. La metodología del ensayo consiste en moldear muestras cúbicas de mortero con dimensiones estándar por lo general, de 5 x 5 x 5 cm o de 7.07 cm por lado, dependiendo de la normativa técnica adoptada. Estas muestras se preparan bajo condiciones controladas de laboratorio, cuidando la relación agua-cemento, el método de mezclado, el compactado y el curado, con el fin de asegurar la reproducibilidad de los resultados y su representatividad frente a condiciones reales de obra. Una vez alcanzado el tiempo de curado establecido habitualmente 7, 14 y 28 días, los cubos son sometidos a carga en una máquina de ensayo de compresión, la cual aplica una fuerza axial de manera progresiva hasta provocar la rotura de la muestra. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima soportada por el área de la base del cubo, expresándose en unidades como  $\text{kg/cm}$  o  $\text{Mpa}$ .

Este tipo de ensayo no solo permite conocer el comportamiento estructural del mortero frente a esfuerzos compresivos, sino que también facilita la evaluación comparativa entre mezclas tradicionales y morteros modificados, como aquellos que incorporan aditivos, materiales reciclados o fibras reforzantes. Además, se convierte en



una herramienta clave para el control de calidad en obra, ya que sus resultados pueden emplearse como referencia para aprobar o ajustar dosificaciones, y garantizar que el producto final cumpla con los parámetros normativos exigidos.

#### **Fase IV: Evaluación de los resultados**

Serán organizados y presentados mediante cuadros comparativos detallados, los cuales permitirán visualizar de forma clara y ordenada las diferencias y similitudes identificadas en los diversos parámetros analizados. Estos cuadros estarán diseñados para facilitar la interpretación de los datos, mostrando de manera estructurada los valores obtenidos en las distintas pruebas realizadas, de acuerdo con los grupos de edad considerados y los porcentajes específicos de variación utilizados en la composición de las muestras.

#### **3.8.2. Procesamiento y análisis de datos**

El proceso de tratamiento y análisis de los datos recolectados se desarrollará de manera sistemática mediante la utilización de diversas herramientas estadísticas y de representación visual, tales como tablas numéricas detalladas, gráficos interpretativos, esquemas comparativos y procedimientos de cálculo precisos. Estas herramientas permitirán organizar, sintetizar y visualizar de manera clara los resultados obtenidos a lo largo de los diferentes ensayos experimentales. Los datos que se analizarán serán obtenidos directamente de las pruebas desarrolladas bajo condiciones controladas en laboratorio, siguiendo protocolos técnicos estandarizados que aseguren la fiabilidad, precisión y reproducibilidad de la información recolectada. Estas técnicas permitirán realizar una recolección metódica y rigurosa, garantizando que cada variable considerada en el estudio se evalúe bajo los mismos criterios de control y medida. Posteriormente, los datos serán sometidos a un análisis cuantitativo mediante el cual se identificarán tendencias, variaciones y relaciones significativas entre las variables independientes y dependientes de la investigación. Este análisis permitirá obtener conclusiones



fundamentadas sobre el comportamiento de los materiales evaluados y determinar con mayor claridad el impacto de las modificaciones introducidas en el diseño experimental.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados obtenidos

##### a) Peso específico y absorción de la muestra

**Tabla 8**

*Peso específico y absorción de agregados*

	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Absorción (%)	humedad (%)
Arena	2.81	6.28	5.09

Se aprecia el peso específico, absorción y humedad de la arena 2.81 gr/cm<sup>3</sup>, 6.28%, 5.09% respectivamente.

##### b) Ensayo de granulometría

**Tabla 9**

*Granulometría del agregado fino*

Tamices	Peso Retenido	% Que Pasa
No4	0.00	100.00
No8	68.43	86.31
No16	100.42	66.23
No30	105.16	45.20
No 50	100.59	25.08
No100	84.61	8.16
No200	33.90	1.38
Base	6.89	0.00
Total	500	



#### 4.1.1. Proporciones de materiales para la elaboración de mortero tradicional y mortero modificado con polvo de caucho

##### a) Diseño de mezcla

Tabla 11

*Datos de materiales*

Diseño del mortero					
Detalles	PUS (kg/m <sup>3</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )	Peso específico	%Abs	%Humedad
Arena	1540	1670	2.81	6.28	5.09
Cemento	1200	-	3.00	-	-

**Vacios:**

$$\% \text{ de vacios} = \left( 1 - \frac{\text{PUC}}{\text{Pe(arena)} * \gamma_w} \right) * 100$$

$$\% \text{ de vacios} = \left( 1 - \frac{1670}{2.81 * 1000} \right) * 100$$

$$\% \text{ de vacios} = 40.66$$

**Relación agua/cemento:**

$$a/c = 0.55$$

**Cálculo de volumen de pasta para la relación deseada:**

$$1 \text{ bolsa} = 42.50 \text{ kg}$$

$$a/c = 0.55$$

$$V. a = 0.55(42.50) = 23.38 \text{ lt}$$

$$\text{Volumen de agua} = 23.38 \text{ lt} = 0.0234 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del cemento} = \left( \frac{42.50}{3 * 1000} \right)$$

$$\text{Volumen del cemento} = 0.0142 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de la pasta} = V. \text{ agua} + V. \text{ cemento}$$

$$\text{Volumen de la pasta} = 0.0375 \text{ m}^3$$

**Cantidad de cemento para 1 metro cubico de mortero:**

$$\text{Peso de cemento} = \left( \frac{42.50 * 40.66}{0.0375 * 100} \right)$$

$$\text{Peso de cemento} = 460.35 \text{ kg}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Bolsas} = 10.83 \text{ bolsas}$$

**Cantidad de agua para mortero de 1m3:**

$$\text{Agua} = (460.35 * 0.55)$$

$$\text{Agua} = 253.19 \text{ lt}$$

$$\text{Vol arena para 1m}^3 = 1670 \text{ kg}$$

$$\text{Agua de absorcion en la arena} = \left( \frac{1670 * 6.28}{100} \right)$$

$$\text{Agua de absorcion en la arena} = 104.905 \text{ lt}$$

$$\text{Agua resto a la humedad de la arena} = \left( \frac{1670 * 5.09}{100} \right)$$

$$\text{Agua resto a la humedad de la arena} = 85.003 \text{ lt}$$

$$\text{Agua total} = 104.905 \text{ lt} + 85.003 \text{ lt}$$

$$\text{Agua total} = 189.908 \text{ lt}$$

**Tabla 12***Dosificación final*

<b>Materiales</b>	<b>Peso seco 1m<sup>3</sup></b>	<b>Peso seco 1 bolsa</b>	<b>Volumen 1m<sup>3</sup></b>	<b>Proporción volumen</b>
Cemento	460.35	42.50	0.3836	1.00
Arena	1670.00	154.18	1.0844	2.83
Agua	189.91	17.53	0.1899	0.50

La dosificación del mortero se presenta con una proporción de 1.00:2.83:0.50, que es correspondiente al cemento, arena, y agua

**b) Dosificación con porcentajes de polvo de caucho****Tabla 13***Dosificación final con adición de polvo de caucho*

Elementos	Diseño control	4% PC	8% PC	12% PC
	Peso seco para 1m3 (KG)			
Cemento	460.35	460.35	460.35	460.35
Arena	1670.00	1670.00	1670.00	1670.00
Agua	189.91	189.91	189.91	189.91
<b>Polvo de caucho</b>	-	<b>18.41 kg</b>	<b>36.83 kg</b>	<b>55.24 kg</b>
<b>PC x 1 bls</b>	-	<b>1.70 kg</b>	<b>3.40 kg</b>	<b>5.10 kg</b>

Se observa la cantidad de polvo de caucho a adicionar respecto a 1 bolsa de cemento, para 4%PC es 1.70 kg, 8%PC es 3.40 kg, 12%PC es 5.10 kg respectivamente.

**4.1.2. Resistencia a la compresión de cubos de mortero tradicional y cubos de mortero combinados con polvo de caucho****Resistencia compresión de cubos del MP****Prueba a los 7 días:****Tabla 14***Resistencia de cubos de mortero - 7 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	2880.00	115.20
MP-2	2884.50	115.38
MP-3	2896.75	115.87
MP-4	2902.50	116.10
Promedio		<b>115.64</b>

En la tabla mostrada se presenta las resistencias a compresión de la muestra patrón de cubos de mortero a los 7 días de curado, en donde se tiene una media de resistencia de 115.64 kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 14 días:****Tabla 15***Resistencia de cubos de mortero - 14 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	3647.25	145.89
MP-2	3643.00	145.72
MP-3	352.75	146.11
MP-4	3650.50	146.02
Promedio		<b>145.94</b>

La resistencia a la compresión de la muestra de cubo de mortero estándar se muestra en la tabla siguiente tras haber sido curada durante un periodo de catorce días, con una resistencia media de 145,94 kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 28 días:****Tabla 16***Resistencia de cubos de mortero - 28 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-01	4274.50	170.98
MP-02	4271.00	170.84
MP-03	4280.25	171.21
MP-04	4278.25	171.13
Promedio		<b>171.04</b>

En la tabla mostrada se presenta las resistencias a compresión de la muestra patrón de cubos de mortero a los 28 días de curado, en donde se tiene una media de resistencia de 171.04 kg/cm<sup>2</sup>.

**Ensayo resistencia compresión de cubos de muestra patrón con polvo de caucho****Prueba a los 7 días:****Tabla 17***Resistencia de cubos de mortero + 4% PC - 7 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	3048.75	121.95
MP-2	3080.25	123.21
MP-3	3061.25	122.45
MP-4	3064.50	122.58
Promedio		<b>122.55</b>

En la tabla mostrada se presenta las resistencias a compresión de cubos de mortero de muestra + 4% de polvo de caucho a los 7 días de curado, en donde se tiene una media de resistencia de 122.55 kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 14 días:****Tabla 18***Resistencia de cubos de mortero + 4% PC - 14 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	3787.00	151.48
MP-2	3805.50	152.22
MP-3	3809.25	152.37
MP-4	3799.50	151.98
Promedio		<b>152.01</b>

En la tabla mostrada se presenta las resistencias a compresión de cubos de mortero de muestra + 4% de polvo de caucho a los 14 días de curado, en donde se tiene una media de resistencia de 152.01 kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 28 días:****Tabla 19***Resistencia de cubos de mortero + 4% PC - 28 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	4386.75	175.47
MP-2	4378.00	175.12
MP-3	4382.75	175.31
MP-4	4380.00	175.20
Promedio		<b>175.28</b>

En la tabla mostrada se presenta las resistencias a compresión de cubos de mortero de muestra + 4% de polvo de caucho a los 28 días de curado, en donde se tiene una media de resistencia de 175.28 kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 7 días:****Tabla 20***Resistencia de cubos de mortero + 8% PC - 7 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	3196.25	127.85
MP-2	3193.00	127.72
MP-3	3178.00	127.12
MP-4	3205.75	128.23
Promedio		<b>127.73</b>

En la tabla mostrada se presenta las resistencias a compresión de cubos de mortero de muestra + 8% de polvo de caucho a los 7 días de curado, en donde se tiene una media de resistencia de 127.73 kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 14 días:****Tabla 21***Resistencia de cubos de mortero + 8% PC - 14 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	3902.50	156.10
MP-2	3906.50	156.26
MP-3	3896.00	155.84
MP-4	3894.50	155.78
Promedio		<b>156.00</b>

En la tabla mostrada se presenta las resistencias a compresión de cubos de mortero de muestra + 8% de polvo de caucho a los 14 días de curado, en donde se tiene una media de resistencia de 156.00 kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 28 días:****Tabla 22***Resistencia de cubos de mortero + 8% PC - 28 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	4453.50	178.14
MP-2	4446.25	177.85
MP-3	4443.50	177.74
MP-4	4431.25	177.25
Promedio		<b>177.75</b>

En la tabla mostrada se presenta las resistencias a compresión de cubos de mortero de muestra + 8% de polvo de caucho a los 28 días de curado, en donde se tiene una media de resistencia de 177.75 kg/cm<sup>2</sup>.



### Prueba a los 7 días:

**Tabla 23**

*Resistencia de cubos de mortero + 12% PC - 7 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	3146.75	125.87
MP-2	3153.25	126.13
MP-3	3160.25	126.41
MP-4	3149.25	125.97
Promedio		<b>126.10</b>

En la tabla mostrada se presenta las resistencias a compresión de cubos de mortero de muestra + 12% de polvo de caucho a los 7 días de curado, en donde se tiene una media de resistencia de 126.10 kg/cm<sup>2</sup>.

### Prueba a los 14 días:

**Tabla 24**

*Resistencia de cubos de mortero + 12% PC - 14 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	3968.50	158.74
MP-2	3949.75	157.99
MP-3	3856.25	158.25
MP-4	3960.50	158.42
Promedio		<b>158.35</b>

En la tabla mostrada se presenta las resistencias a compresión de cubos de mortero de muestra + 12% de polvo de caucho a los 14 días de curado, en donde se tiene una media de resistencia de 158.35 kg/cm<sup>2</sup>.

### Prueba a los 28 días:

**Tabla 25**

*Resistencia de cubos de mortero + 12% PC - 28 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	4581.00	183.24
MP-2	4573.50	182.94
MP-3	4569.25	182.77
MP-4	4575.50	183.02
Promedio		<b>182.99</b>

En la tabla mostrada se presenta las resistencias a compresión de cubos de mortero de muestra + 12% de polvo de caucho a los 28 días de curado, en donde se tiene una media de resistencia de 182.99 kg/cm<sup>2</sup>.

### Comparación de resistencias a los 7 días

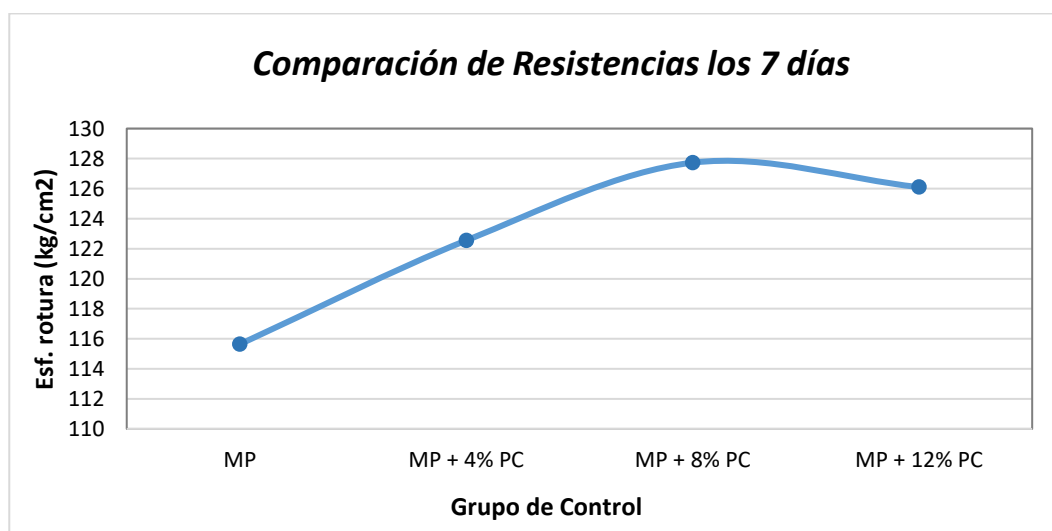
**Tabla 26**

*Comparativa de resistencias muestras + 4%, 8%, 12% a los 7 días*

Muestra	7 días (kg/cm <sup>2</sup> )
MP	115.64
MP + 4% PC	122.55
MP + 8% PC	127.73
MP + 12% PC	126.10

**Figura 4**

*Representación comparativa de las resistencias con polvo de caucho a los 7 días*



Se puede apreciar que se hizo una comparación de resistencias a compresión de los cubos a los 7 días donde la muestra patrón es de 115.64 kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 4%PC es de 122.55 kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 8%PC es de 127.73 kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 12%PC es de 126.10 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual indica que hay un incremento de resistencias hasta el 8% PC, después se presenta un descenso.

### Comparación de resistencias a los 14 días

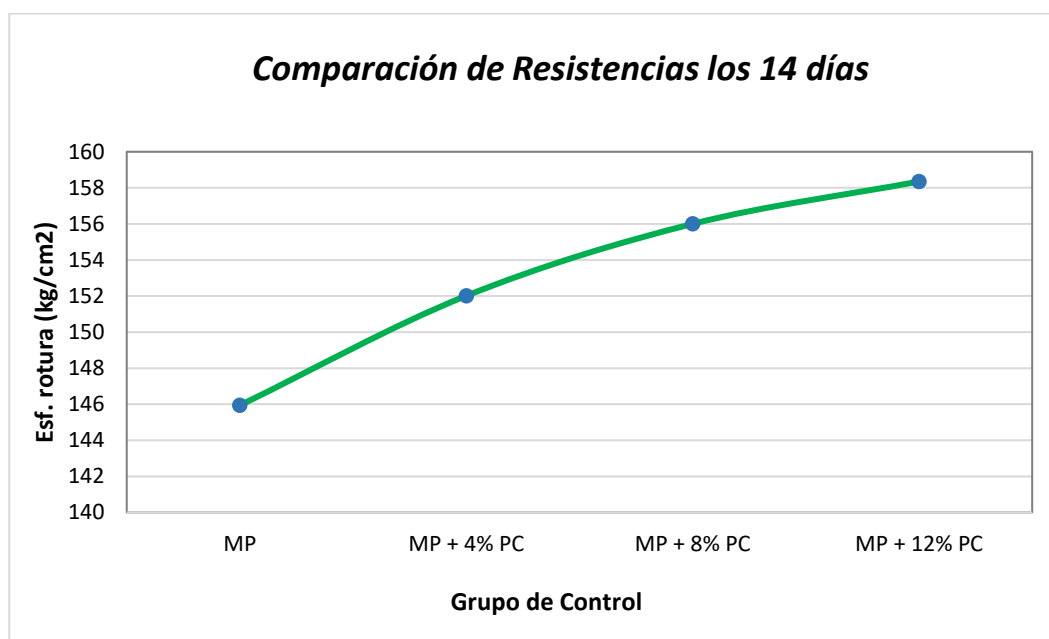
**Tabla 27**

*Comparativa de resistencias muestras + 4%, 8%, 12% a los 14 días*

Muestra	14 días (kg/cm <sup>2</sup> )
MP	145.94
MP + 4% PC	152.01
MP + 8% PC	156.00
MP + 12% PC	158.35

**Figura 5**

*Representación comparativa de las resistencias con polvo de caucho a los 14 días*



Se puede apreciar que se hizo una comparación de resistencias a compresión de los cubos a los 14 días donde la muestra patrón es de 145.94 kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 4%PC es de

152.01 kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 8%PC es de 156.00 kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 12%PC es de 158.35 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual indica que hay un incremento de resistencias mientras más porcentaje de polvo de caucho se adicione.

### Comparación de resistencias a los 28 días

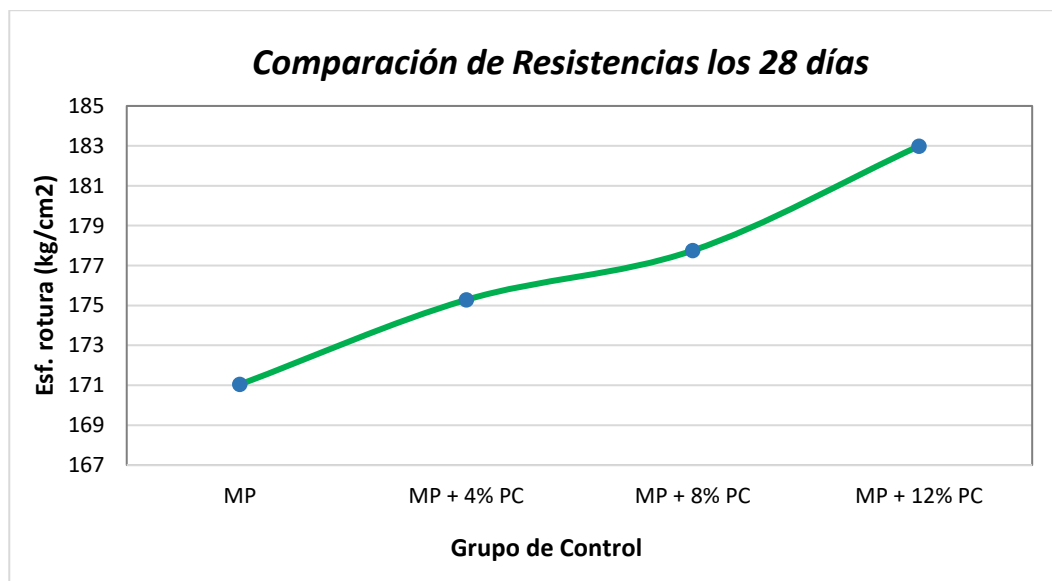
**Tabla 28**

*Comparativa de resistencias muestras + 4%, 8%, 12% a los 28 días*

Muestra	28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
MP	171.04
MP + 4% PC	175.28
MP + 8% PC	177.75
MP + 12% PC	182.99

**Figura 6**

*Representación comparativa de las resistencias con polvo de caucho a los 28 días*



Se puede apreciar que se hizo una comparación de resistencias a compresión de los cubos a los 28 días donde la muestra patrón es de 171.04 kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 4%PC es de 175.28 kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 8%PC es de 177.75 kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 12%PC es de 182.99 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual indica que hay un incremento de resistencias mientras más porcentaje de polvo de caucho se adicione.

## Comparación de resistencias a la compresión global

**Tabla 29**

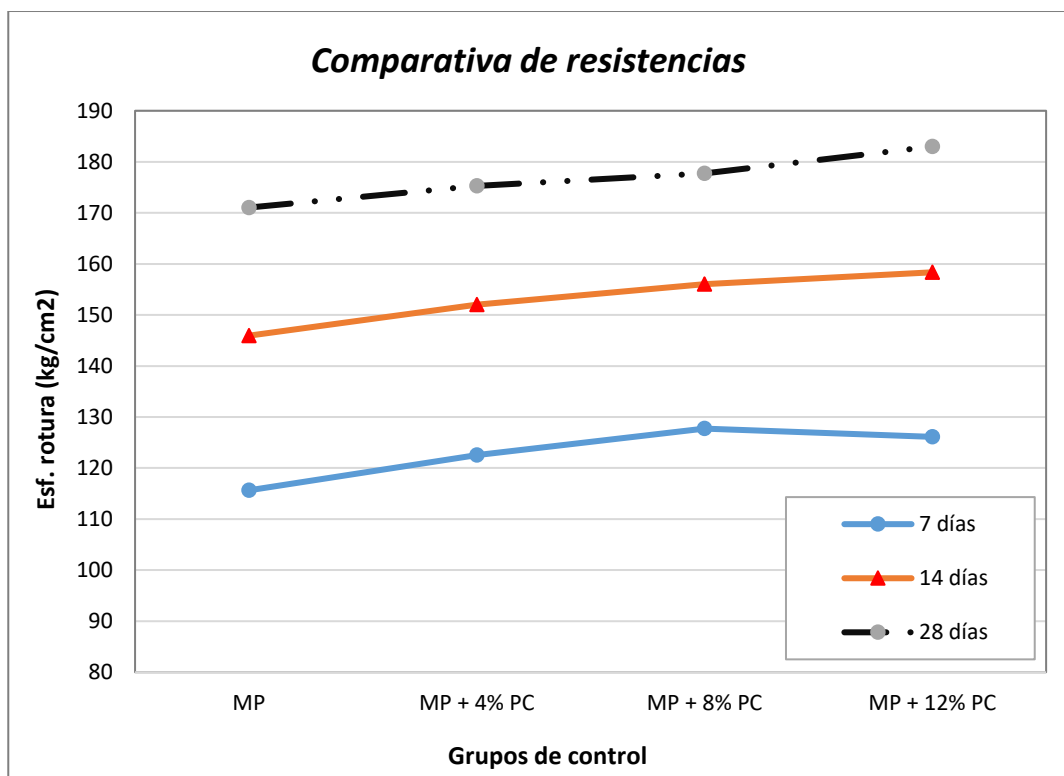
*Comparativa de resistencias MP + %PC tras los 7, 14 y 28 días*

Comparativa de resistencias			
Muestra	7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
MP	115.64	145.94	171.04
MP + 4% PC	122.55	152.01	175.28
MP + 8% PC	127.73	156.00	177.75
MP + 12% PC	126.10	158.35	182.99

Se aprecia el resumen de resistencias promedio en cubos de mortero tradicional y con adición de polvo de caucho, además de mostrarlos a los 7, 14 y 28 días de curado, observándose que a los 28 días el que mejor comportamiento a la rotura tiene es el de 15 de polvo de caucho.

**Figura 7**

*Comparativa de las resistencias del CP + % PC*



Se observa el comparativo general de las resistencias en cubos de mortero a las diferentes edades de curado, donde se denota que a mayor adición más resistencia se logra.

#### 4.1.3. Resistencia a la compresión de pilas de ladrillo y mortero tradicional y pilas de ladrillo con mortero combinado con polvo de caucho

##### Ensayo resistencia compresión de pilas de la muestra patrón

##### Prueba a los 7 días:

**Tabla 30**

*Resistencia de cubos de mortero - 7 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	27840	9.67
MP-2	28998	10.07
MP-3	26491	9.20
Promedio		<b>9.65</b>

Se aprecia la resistencia a compresión de la muestra patrón de pilas de concreto a los 7 días en tres muestras: MP1 = 9.67kg/cm<sup>2</sup>, MP2 = 10.07kg/cm<sup>2</sup>, MP3 = 9.20kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 9.65kg/cm<sup>2</sup>.

##### Prueba a los 14 días:

**Tabla 31**

*Resistencia de cubos de mortero - 14 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	38489	13.36
MP-2	37531	13.03
MP-3	40784	14.16
Promedio		<b>13.52</b>

Se aprecia la resistencia a compresión de la muestra patrón de pilas de concreto a los 14 días en tres muestras: MP1 = 13.36kg/cm<sup>2</sup>, MP2 = 13.03kg/cm<sup>2</sup>, MP3 = 14.16kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 13.52kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 28 días:****Tabla 32***Resistencia de cubos de mortero - 28 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	46479	16.14
MP-2	48121	16.71
MP-3	45287	15.72
Promedio		16.19

Se aprecia la resistencia a compresión de la muestra patrón de pilas de concreto a los 28 días en tres muestras: MP1 = 16.14kg/cm<sup>2</sup>, MP2 = 16.71kg/cm<sup>2</sup>, MP3 = 15.72kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 16.19kg/cm<sup>2</sup>

**Ensayo resistencia compresión de cubos de muestra patrón con polvo de caucho****Prueba a los 7 días:****Tabla 33***Resistencia de cubos de mortero + 4% PC - 7 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	32161	11.17
MP-2	29581	10.27
MP-3	30657	10.64
Promedio		10.69

Se aprecia la resistencia a compresión de la muestra con 4% de polvo de caucho de pilas de concreto a los 7 días en tres muestras: MP1 = 11.17kg/cm<sup>2</sup>, MP2 = 10.27kg/cm<sup>2</sup>, MP3 = 10.64kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 10.69kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 14 días:****Tabla 34***Resistencia de cubos de mortero + 4% PC - 14 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	39289	13.64
MP-2	42431	14.73
MP-3	43424	15.08
Promedio		14.48

Se aprecia la resistencia a compresión de la muestra con 4% de polvo de caucho de pilas de concreto a los 14 días en tres muestras: MP1 = 13.64kg/cm<sup>2</sup>, MP2 = 14.73kg/cm<sup>2</sup>, MP3 = 15.08kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 14.48kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 28 días:****Tabla 35***Resistencia de cubos de mortero + 4% PC - 28 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	50533	17.55
MP-2	47285	16.42
MP-3	49967	17.35
Promedio		17.11

Se aprecia la resistencia a compresión de la muestra con 4% de polvo de caucho de pilas de concreto a los 28 días en tres muestras: MP1 = 17.55kg/cm<sup>2</sup>, MP2 = 16.42kg/cm<sup>2</sup>, MP3 = 17.35kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 17.11kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 7 días:****Tabla 36***Resistencia de cubos de mortero + 8% PC - 7 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	31240	10.85
MP-2	33298	11.56
MP-3	34391	11.94
Promedio		11.45

Se aprecia la resistencia a compresión de la muestra con 8% de polvo de caucho de pilas de concreto a los 7 días en tres muestras: MP1 = 10.85kg/cm<sup>2</sup>, MP2 = 11.56kg/cm<sup>2</sup>, MP3 = 11.94kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 11.45kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 14 días:****Tabla 37***Resistencia de cubos de mortero + 8% PC - 14 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	43153	14.98
MP-2	46166	16.03
MP-3	42828	14.87
Promedio		15.29

Se aprecia la resistencia a compresión de la muestra con 8% de polvo de caucho de pilas de concreto a los 14 días en tres muestras: MP1 = 14.98kg/cm<sup>2</sup>, MP2 = 16.03kg/cm<sup>2</sup>, MP3 = 14.87kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 15.29kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 28 días:****Tabla 38***Resistencia de cubos de mortero + 8% PC - 28 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	52267	18.15
MP-2	52213	18.13
MP-3	50209	17.43
Promedio		17.90

Se aprecia la resistencia a compresión de la muestra con 8% de polvo de caucho de pilas de concreto a los 28 días en tres muestras: MP1 = 18.15kg/cm<sup>2</sup>, MP2 = 18.13kg/cm<sup>2</sup>, MP3 = 17.43kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 17.90kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 7 días:****Tabla 39***Resistencia de cubos de mortero + 12% PC - 7 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	34431	11.96
MP-2	32353	11.23
MP-3	33587	11.66
Promedio		11.62

Se aprecia la resistencia a compresión de la muestra con 12% de polvo de caucho de pilas de concreto a los 7 días en tres muestras: MP1 = 11.96kg/cm<sup>2</sup>, MP2 = 11.23kg/cm<sup>2</sup>, MP3 = 11.62kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 11.62kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 14 días:****Tabla 40***Resistencia de cubos de mortero + 12% PC - 14 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	43486	15.10
MP-2	45649	15.85
MP-3	46252	16.06
Promedio		15.67

Se aprecia la resistencia a compresión de la muestra con 12% de polvo de caucho de pilas de concreto a los 14 días en tres muestras: MP1 = 15.10kg/cm<sup>2</sup>, MP2 = 15.85kg/cm<sup>2</sup>, MP3 = 16.06kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 15.67kg/cm<sup>2</sup>.

**Prueba a los 28 días:****Tabla 41***Resistencia de cubos de mortero + 12% PC - 28 días*

Descripción de la muestra	Carga (kg)	Esf. de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
MP-1	51751	17.97
MP-2	51056	17.73
MP-3	53386	18.54
Promedio		18.08

Se aprecia la resistencia a compresión de la muestra con 12% de polvo de caucho de pilas de concreto a los 28 días en tres muestras: MP1 = 17.97kg/cm<sup>2</sup>, MP2 = 17.73kg/cm<sup>2</sup>, MP3 = 18.54kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 18.08kg/cm<sup>2</sup>.

### Comparación de resistencias de pilas de MP + %PC

### Comparación de resistencias de pilas a los 7 días

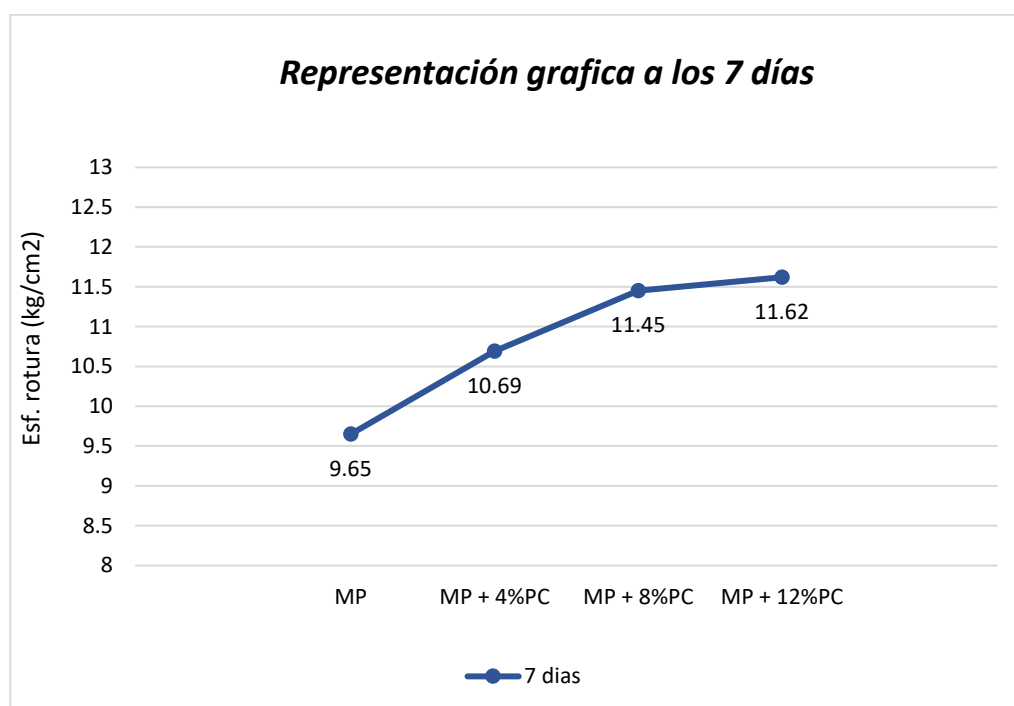
**Tabla 42**

*Comparativa de resistencias de pilas muestras + 4%, 8%, 12% a los 7 días*

Muestra	7 días (kg/cm <sup>2</sup> )
MP	9.65
MP + 4% PC	10.69
MP + 8% PC	11.45
MP + 12% PC	11.62

**Figura 8**

*Representación gráfica de las resistencias de pilas con polvo de caucho a los 7 días*



Se puede apreciar que se hizo una comparación de resistencias a compresión de pilas a los 7 días donde la muestra patrón es de 9.65kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 4%PC con 10.69kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 8%PC con 11.45kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 12%PC con 11.62kg/cm<sup>2</sup>, lo cual indica que hay un incremento de resistencias mientras más porcentaje de polvo de caucho se adicione.

### Comparación de resistencias de pilas a los 14 días

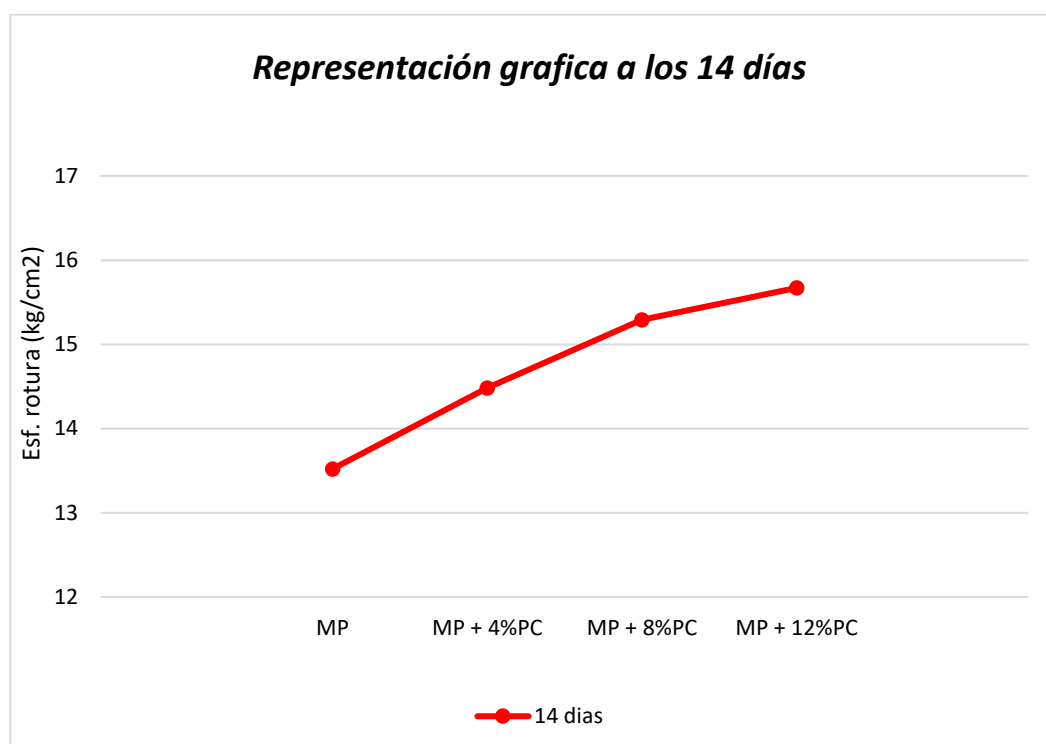
**Tabla 43**

*Comparativa de resistencias de pilas muestras + 4%, 8%, 12% a los 14 días*

Muestra	14 días (kg/cm <sup>2</sup> )
MP	13.52
MP + 4% PC	14.48
MP + 8% PC	15.29
MP + 12% PC	15.67

**Figura 9**

*Representación gráfica de las resistencias de pilas con polvo de caucho a los 14 días*



Se puede apreciar que se hizo una comparación de resistencias a compresión de pilas a los 14 días donde la muestra patrón es de 13.52kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 4%PC con 14.48kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 8%PC con 15.29kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 12%PC con 15.67kg/cm<sup>2</sup>, lo cual indica que hay un incremento de resistencias mientras más porcentaje de polvo de caucho se adicione.

### Comparación de resistencias de pilas a los 28 días

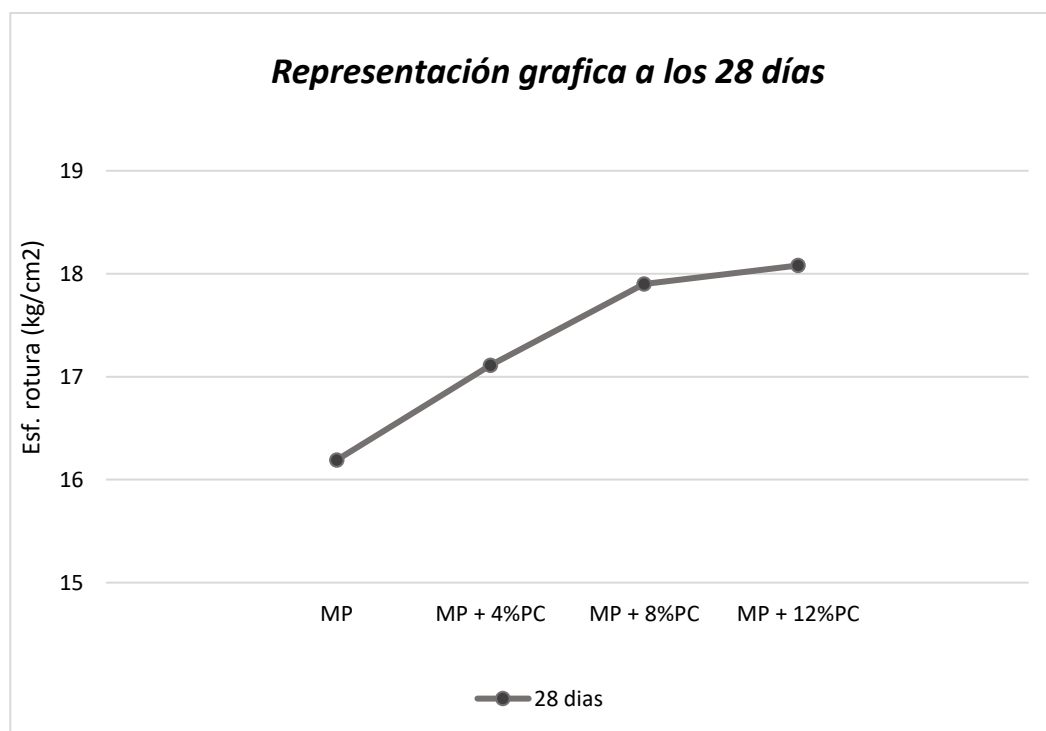
**Tabla 44**

*Comparativa de resistencias de pilas muestras + 4%, 8%, 12% a los 28 días*

Muestra	28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
MP	16.19
MP + 4% PC	17.11
MP + 8% PC	17.90
MP + 12% PC	18.08

**Figura 10**

*Representación gráfica de las resistencias de pilas con polvo de caucho a los 28 días*



Se puede apreciar que se hizo una comparación de resistencias a compresión de pilas a los 28 días donde la muestra patrón es de 16.19kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 4%PC con 17.11kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 8%PC con 17.90kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 12%PC con 18.08kg/cm<sup>2</sup>, lo cual indica que hay un incremento de resistencias mientras más porcentaje de polvo de caucho se adicione.

**Tabla 45**

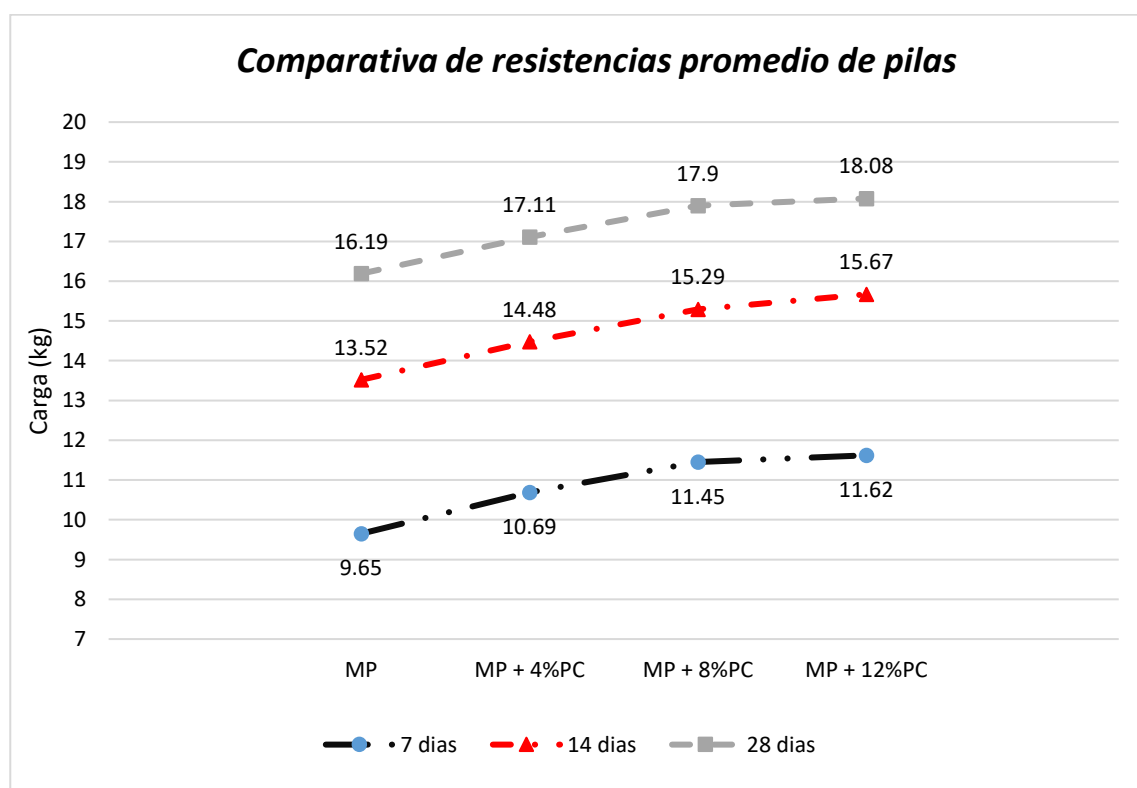
*Resistencia del MP + % PC a los 7, 14 y 28 días*

<b>Comparativa de resistencias</b>			
<b>Muestra</b>	<b>7 días (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>14 días (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>28 días (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MP	9.65	13.52	16.19
MP + 4% PC	10.69	14.48	17.11
MP + 8% PC	11.45	15.29	17.90
MP + 12% PC	11.62	15.67	18.08

Se aprecia las resistencias promedio a los 7 días de la muestra patrón, MP con 4%PC, MP con 8%PC, MP con 12%PC; 9.65kg/cm<sup>2</sup>, 10.69kg/cm<sup>2</sup>, 11.45kg/cm<sup>2</sup>, 11.62kg/cm<sup>2</sup>; a los 14 días, 13.52kg/cm<sup>2</sup>, 14.48kg/cm<sup>2</sup>, 15.29kg/cm<sup>2</sup>, 15.67kg/cm<sup>2</sup>; a los 28 días, 16.19kg/cm<sup>2</sup>, 17.11kg/cm<sup>2</sup>, 17.90kg/cm<sup>2</sup>, 18.08kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

**Figura 11**

*Comparativo de las resistencias a la compresión promedio*



Se observa las resistencias a compresión promedio a los 28 días que oscilan de entre 16.19kg/cm<sup>2</sup> muestra patrón hasta 18.08kg/cm<sup>2</sup> muestra con 12% de polvo de caucho.

#### 4.2. Discusión de resultados

Las de materiales para la elaboración de mortero tradicional y modificado con polvo de caucho, se consideraron dosificaciones en proporción de volumen en volumen para cemento de: 1.00, agua de 0.466, agregado fino de 1.56; y las dosificaciones en peso húmedo cemento de 440kg/m<sup>3</sup>, agua de 210kg/m<sup>3</sup>; con adición de 4% de polvo de caucho de 17.6kg/m<sup>3</sup>, con 8% de polvo de caucho de 35.2kg/m<sup>3</sup>, con 12% de polvo de caucho de 52.8kg/m<sup>3</sup>, se encontraron pesos unitarios suelto de 1950kg/m<sup>3</sup>, y compactado de 2110kg/m<sup>3</sup>. Según (Basaldua, 2023), Como posibles sustitutos parciales del cemento y los áridos finos, se tuvieron en cuenta diversas combinaciones de PcD y FC. Estas combinaciones incluían 0,80 % de PcD más 1,50 % de FC, 1,80 % de PcD más 2,50 % de FC, 0,80 % de PcD más 2,50 % de FC y 1,80 % de PcD más 1,50 % de FC. Los resultados obtenidos para el grupo de control (G-0) y los grupos experimentales G-1, G-2, G-3 y G-4 fueron los siguientes: Asentamiento: 4 1/4", 3", 2 4/7", 2" y 1 3/5" respectivamente. Peso unitario: 2374 kg/m<sup>3</sup>, 2376 kg/m<sup>3</sup>, 2328 kg/m<sup>3</sup>, 2370 kg/m<sup>3</sup> y 2339 kg/m<sup>3</sup>.

Las resistencias a compresión de cubos de mortero tradicional y combinado con polvo de caucho en proporciones de 4%, 8%, 12%; se realizaron ensayos a los 7, 14, 28 días; la muestra patrón promedio: a los 7 días – 54.13kg/cm<sup>2</sup>, 14 días – 71.35kg/cm<sup>2</sup>, 28 días 90.86kg/cm<sup>2</sup>; la muestra con 4% de polvo de caucho promedio: a los 7 días – 55.89kg/cm<sup>2</sup>, 14 días – 72.83kg/cm<sup>2</sup>, 28 días 91.85kg/cm<sup>2</sup>; la muestra con 8% de polvo de caucho promedio: a los 7 días – 57.97kg/cm<sup>2</sup>, 14 días – 74.16kg/cm<sup>2</sup>, 28 días 93.69kg/cm<sup>2</sup>; la muestra con 12% de polvo de caucho promedio: a los 7 días – 61.27kg/cm<sup>2</sup>, 14 días – 78.13kg/cm<sup>2</sup>, 28 días 98.43kg/cm<sup>2</sup>. Según (Sucasaca, 2024). En términos de resistencia a flexión, el concreto patrón mostró un valor de 36.47 kg/cm<sup>2</sup>. La adición de fibra de caucho sintético incrementó este parámetro a 37.81 kg/cm<sup>2</sup>, 38.24 kg/cm<sup>2</sup> y 35.51 kg/cm<sup>2</sup> para los niveles de 3%, 4% y 6%, respectivamente, donde se observó una tendencia decreciente al superar el 4%. Por su parte, la arcilla calcinada logró



mejorar de manera más notable la resistencia a flexión, con resultados de 38.80 kg/cm<sup>2</sup>, 40.17 kg/cm<sup>2</sup> y 37.29 kg/cm<sup>2</sup>, destacando el 4% como la proporción más eficiente



## CONCLUSIONES

**General**, las propiedades del mortero convencional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho para el asentado de muros de ladrillo, se presenta una dosificación de materiales de 1.00:2.83:0.50, además de que la resistencia a la compresión del mortero se incrementa con la adición 12% de polvo de caucho y asimismo en la resistencia a la compresión de pilas de mortero. Considerando la dosificación cemento arena de 1:2.83, se utilizó con el propósito de mejorar la resistencia a la compresión y la durabilidad del material frente a las condiciones específicas del entorno.

**Primero**, las proporciones de materiales para la elaboración del mortero tradicional y modificado con polvo de caucho, se obtuvieron las proporciones en peso seco para 1 m<sup>3</sup>; del cemento con 460.35 kg/m<sup>3</sup>, arena con 1670.0 kg/m<sup>3</sup>, agua con 189.91 kg/m<sup>3</sup>; y su dosificación en proporción en volumen fueron de 1.00:2.83:0.50. Las dosificaciones en peso respecto a 1 bolsa de cemento con la adición de 4% de polvo de caucho es de 1.70 kg, con 8% de polvo de caucho es de 3.40 kg, y con 12% de polvo de caucho es de 5.10 kg.

**Segundo**, durante el desarrollo experimental, se prepararon especímenes cúbicos de mortero con tres proporciones distintas de polvo de caucho: 4%, 8% y 12% respecto al contenido del cemento. Los resultados obtenidos en los ensayos de compresión a los 28 días la muestra patrón presenta 171.04 kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 4% de polvo de caucho un 175.28 kg/cm<sup>2</sup>, con 8% de polvo de caucho un 177.75 kg/cm<sup>2</sup>, y con 12% de polvo de caucho un 182.99 kg/cm<sup>2</sup>; lo cual indica que con la adición de 12% de polvo de caucho la resistencia es más favorable. Tomando en cuenta que según la norma E.070 por unidad de concreto (mortero) se toma una resistencia de diseño de 178kg/cm<sup>2</sup>, tomando la norma ASTM C-270, indica que debe ser una resistencia de 54kg/m<sup>2</sup>, para la norma E.070 si llega y cumple a las condiciones requeridas, en cuanto a la ASTM hay un incremento de un



200% respecto a la resistencia de diseño de tipo N. Considerando que la muestra patron resultado muy elevada se debió factores técnicos asociados a la composición de la mezcla, el proceso de curado y la calidad de los materiales empleados.

**Tercero**, en el desarrollo experimental, se prepararon especímenes de mortero con tres proporciones distintas de polvo de caucho: 4%, 8% y 12% respecto al contenido del cemento. Los resultados obtenidos en los ensayos de compresión de pilas a los 28 días la muestra patrón con un 16.19kg/cm<sup>2</sup>, muestra con 4%de polvo de caucho con un 17.11kg/cm<sup>2</sup>, con 8% de polvo de caucho un 17.90kg/cm<sup>2</sup>, con 12% de polvo de caucho un 18.08kg/cm<sup>2</sup>; lo cual indica que con la adición de 12% de polvo de caucho la resistencia es más favorable.



## RECOMENDACIONES

**General**, complementar los cálculos experimentales con un análisis comparativo integral entre el mortero convencional y aquel modificado con polvo de caucho reciclado, incorporando ensayos de durabilidad, flexibilidad, resistencia a tracción indirecta y comportamiento ante cargas cíclicas. Estos estudios permitirán validar la influencia real de las propiedades físicas y mecánicas determinadas, así como cuantificar la capacidad del material para absorber energía y deformarse sin fractura, características esenciales para el diseño de concretos con mejor respuesta frente a movimientos sísmicos

**Primero**, implementar tratamientos superficiales al caucho granulado, como la activación alcalina, térmica o mediante agentes silánicos, con el propósito de optimizar la adhesión interfacial entre las partículas de caucho y la matriz cementicia, reduciendo así la pérdida de cohesión en mezclas con altos porcentajes de adición. Esta optimización no solo contribuiría al desarrollo de morteros ecológicos de alto desempeño, sino que permitiría obtener materiales con mayor capacidad de deformación y absorción de energía, cualidades especialmente valiosas en el comportamiento del concreto ante movimientos sísmicos.

**Segundo**, evaluar la incorporación de porcentajes superiores al 12% de polvo de caucho reciclado en el mortero, dado que esta proporción ha demostrado generar un incremento progresivo y consistente en la resistencia a la compresión respecto a la mezcla patrón. El uso de mayores contenidos podría optimizar las propiedades mecánicas y de deformabilidad del material, incrementando su capacidad de absorción de energía y amortiguamiento de vibraciones, aspectos cruciales en el comportamiento estructural frente a movimientos sísmicos. Además, esta estrategia promueve la valorización de residuos de neumáticos, alineándose con los principios de la construcción sostenible e innovadora.



**Tercero**, evaluar la incorporación de porcentajes superiores al 12% de polvo de caucho reciclado en morteros destinados a la fabricación de pilas estructurales, dado que dicha proporción ha demostrado un aumento sostenido en la resistencia a la compresión respecto a la mezcla patrón y otras dosificaciones. Este comportamiento confirma que el polvo de caucho actúa como un modificador reológico y energético, capaz de mejorar el desempeño mecánico y la capacidad de absorción de deformaciones del material. Asimismo, se sugiere ampliar los estudios hacia la durabilidad, la microestructura y el comportamiento dinámico bajo cargas cíclicas, con el fin de determinar su eficiencia frente a sollicitaciones propias de los movimientos sísmicos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 399.610, N. (2003). *Unidades de albañilería*.
- Álvarez, B. (2024). *Propuesta de un mortero micro enlucido para paredes de muros portantes en viviendas industrializadas encofrado mano portable*. Ecuador: Universidad Laica Rocafuertede Guayaquil.  
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/6993/1/TM-ULVR-0662.pdf>
- ASTM, C. (2025). Especificación estándar para mortero para mampostería unitaria. *ADVANCING STANDARDS TRANSFORMING MARKETS*, 04.  
<https://doi.org/10.1520/C0270-25A>
- Ayarquispe, J. (2024). *Resistencia mecánica de muros de albañilería con bloques de concreto con limallas de acero, Juliaca - Puno, 2022*. Huancayo: Universidad Continental.
- Balcells, J. (2018). *La investigación social: introducción a los métodos y técnicas*. Escuela Superior de Relaciones Públicas, PPU.
- Basaldua, A., Sandoval, A., Reynoso, J., & Perez, F. (2024). Incorporación de Polvo de Concha Donax y fibra de Caucho para Optimizar las Propiedades del Concreto. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 7(6).  
[https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i6.9117](https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9117)
- Cabezas, F. (2024). *Evaluación de la resistencia mecánica de mortero de cemento con adición de arcilla para albañilería suelo – cemento en la construcción de viviendas sismo resistentes de la ciudad de Huancayo – Junín*.  
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/11805>.
- Cabrera, J. (2018). *Elaboración de morteros con adición de polímeros (PET)*. Ecuador: Universidad Católica de Cuenca.  
<https://dspace.ucacue.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a6fa4132-0303-4404-9e89-4fb3dba56715/content>
- Cañarte, D., Bravo, Y., & Guerra, J. (2023). *Estudio comparativo del comportamiento de morteros de albañilería elaborados con varios tipos de agregados finos*. Ecuador: Universidad Técnica de Manabí.
- Carrasco, S. (2018). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.



- Carrillo, M. (2023). *Morteros*. <https://es.slideshare.net/slideshow/morteros-de-construccinpdf/257803582>
- Castro, D. (2023). *COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO A ALTAS TEMPERATURAS CON MATERIAL RECICLADO: POLVO DE CAUCHO Y VIDRIO SÓDICO CÁLCICO*. Universidad Señor de Sipan. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6091>
- Clemente, A., & Solier, J. (2024). *Influencia del yeso en mortero de concreto para muros de tabiquería elaborados con ladrillos de arcilla en el distrito de Yauli, provincia y departamento de Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Espinoza, B. A., & Guerrero, J. F. (2020). *Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Usando Cementos Sol y Quisqueya en la Ciudad de Huaraz, 2019*. Huaraz, Perú: Universidad César Vallejo.
- Estela, J., & Vásquez, J. (2020). *Influencia de la incorporación de partículas de caucho reciclado en concreto poroso, en la ciudad de Jaén - Cajamarca*. Jaén - Perú: Universidad de Jaén. <https://core.ac.uk/download/pdf/337273746.pdf>
- Farfan, M., & Leonardo, E. (2022). Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante. *Revista ingeniería de construcción*, 33(3). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300241>
- García, J. (2020). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando viruta de aluminio secundario, Lambayeque, 2020*. Pimental: Universidad Señor de Sipan. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8075>
- GUEVARA, G., VERDESOTO, A., & CASTRO, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Hernandez & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.
- HERNANDEZ, A., RAMOS, M., PLACENCIA, B., INDACOCHEA, B., QUIMIS, A., & MORENO, L. (2018). *Metodología de la Investigación Científica*. Manabi: 3ciencias - Area de Innovacion y Desarrollo S.L. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17993/CcyLI.2018.15>



- Hung, J. (2024). *Propiedades físico-mecánicas de concreto  $F'C=210$  KG/CM<sup>2</sup> adicionando carbón vegetal y caucho en polvo*. Universidad Cesar Vallejo.
- Irigoín, R. (2022). *Evaluación del mortero de albañilería reemplazando parcialmente arena por residuos de ladrillos del caserío el frutillo, Bambamarca*. Chota - Perú: Universidad Nacional Autónoma de Chota.
- Lao, W. (2007). *Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la Ciudad de Pucallpa*. Pregrado, Universidad Ricardo Palma, Lima - Perú.  
<https://bit.ly/3pHiSa7>
- Neyra, V. (2016). *Mejoramiento y rehabilitación de infraestructura vial urbana en el barrio nuevo San Miguel de la Ciudad de Ilave - Provincia de El Collao - Puno*. Universidad Nacional Del Altiplano. Puno: UNAP.  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4282/Neyra\\_Quisca\\_Valerio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4282/Neyra_Quisca_Valerio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Parvina, C. (2020). *Adición de fibras de aluminio reciclado en bloques de concreto vibrado para mejorar las propiedades físico mecánica, Villa María-Lima 2020*. Universidad César Vallejo. Lima: UCV.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87826/Parvina\\_GCI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87826/Parvina_GCI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- PINO, R. (2018). *Metodología de la investigación*. Lima: San Marcos.
- Sánchez, M. J., Fernández, M., & Diaz, J. C. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Scielo, Uisrael*, 8(1), 113-128.
- Silvestre, I., & Huamán, C. (2019). *Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria*. Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Sucasaca, R. (2024). *Evaluación de las propiedades de un concreto convencional con la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la Ciudad de San Miguel*. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Vandhiyan, R., Manoj, M., & Vijay, T. (2021). Efecto de las propiedades de los agregados finos sobre la resistencia del mortero de cemento. *materialstoday: PROCEEDINGS*, 37(2), 2019-2026. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.498>



## ANEXOS



## Anexo A. Matriz de Consistencia

TÍTULO DE LA TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuáles son las propiedades del mortero convencional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho para el asentado de muros de ladrillo en la provincia de Azángaro 2025?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Analizar las propiedades del mortero convencional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho para el asentado de muros de ladrillo en la provincia de Azángaro 2025.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>Las propiedades del mortero convencional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho para el asentado de muros de ladrillo en la provincia de Azángaro 2025, será significativa debido a que el mortero con polvo de caucho presentará mejores resultados de resistencia.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>POLVO DE CAUCHO</p> <p><b>Dimensiones:</b> <i>Proporción de PC en 4%, 8%, 12%</i></p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>PROPIEDADES DEL MORTERO TRADICIONAL</p> <p><b>Dimensiones:</b> <i>Diseño de mezclas</i> <i>Resistencia a compresión de cubos de mortero</i> <i>Resistencia a compresión de pilas de mortero</i></p>	<p>Fichas de control de calidad de laboratorio</p> <p>Equipos y herramientas de laboratorio.</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p>		
<p>a. ¿Cuáles son las proporciones de materiales para la elaboración de mortero tradicional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho?</p> <p>b. ¿Cómo influye la adición del 4%, 8% y 12% de polvo de caucho respecto a peso del cemento sobre la resistencia a la compresión de cubos de mortero para el asentado de muros de ladrillo?</p> <p>c. ¿Cómo influye la adición del 4%, 8% y 12% de polvo de caucho respecto a peso del cemento sobre la resistencia a la compresión de pilas de mortero y ladrillo para el asentado de muros de ladrillo?</p>	<p>a. Determinar las proporciones de materiales para la elaboración de mortero tradicional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho.</p> <p>b. Explicar la influencia de la adición del 4%, 8% y 12% de polvo de caucho respecto a peso del cemento sobre la resistencia a la compresión de cubos de mortero para el asentado de muros de ladrillo.</p> <p>c. Explicar la influencia de la adición del 4%, 8% y 12% de polvo de caucho respecto a peso del cemento sobre la resistencia a la compresión de pilas de mortero y ladrillo para el asentado de muros de ladrillo.</p>	<p>a. Las proporciones de materiales para la elaboración de mortero tradicional y mortero modificado con incorporación de polvo de caucho, se dará de acuerdo al diseño de mezclas de mortero.</p> <p>b. la adición del 4%, 8% y 12% de polvo de caucho respecto a peso del cemento sobre la resistencia a la compresión de cubos de mortero para el asentado de muros de ladrillo será significativo ya que el polvo de caucho presenta propiedades que mejora su resistencia mecánica.</p> <p>c. la adición del 4%, 8% y 12% de polvo de caucho respecto a peso del cemento sobre la resistencia a la compresión en pilas de mortero y ladrillo para el asentado de muros de ladrillo será significativo ya que el polvo de caucho presenta propiedades que mejora su resistencia mecánica.</p>		

## Anexo B. Panel fotográfico



**Fotografía 1.** Reciclado de neumáticos.



**Fotografía 2.** Lijado de llantas reciclados.



**Fotografía 3.** Obtención de polvo de caucho.



**Fotografía 4.** Acumulación de polvo de caucho.



**Fotografía 5.** Textura fina de polvo de caucho.



**Fotografía 6.** Polvo de caucho tamizado por malla N° 200.



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** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025

**SOLICITANTE** : Bach. ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE

**CANTERA** : CANTERA DE AZÁNGARO

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

**FECHA** : 30 DE JUNIO DEL 2025

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>472.80</u>
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>502.50</u>
N° 8	68.43	13.69	13.69	86.31	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1388.40</u>
N° 16	100.42	20.08	33.77	66.23	W	-Peso del Plc. + muestra + agua <u>1712.36</u>
N° 30	105.16	21.03	54.80	45.20	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	100.59	20.12	74.92	25.08	Wc+B =	<u>1891</u> Wc+B-W = <u>179</u>
N° 100	84.61	16.92	91.84	8.16	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{502.50}{1712.36 - 472.80} = \frac{502.50}{1239.56} = 2.81 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	33.9	6.78	98.62	1.38	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	6.89	1.38	100.00	0.00	B =	<u>502.50</u> B-A = <u>29.70</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{29.70 \times 100}{472.80} = 6.28 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf= MÓDULO DE FINEZA			2.69			

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

  
 M.S.C.A. JEFATURA  
 Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP. 103257



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



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025

**SOLICITANTE** : Bach. ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE

**CANTERA** : CANTERA DE AZÁNGARO

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

**FECHA** : 30 DE JUNIO DEL 2025

### MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	382.41
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	365.88
PESO DEL TARRO (gr.)	41.12
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	341.29
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	324.76
PESO DEL AGUA (gr.)	16.53
% HUMEDAD	5.09

#### OBSERVACIONES:

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257



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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025

**SOLICITANTE** : Bach. ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE

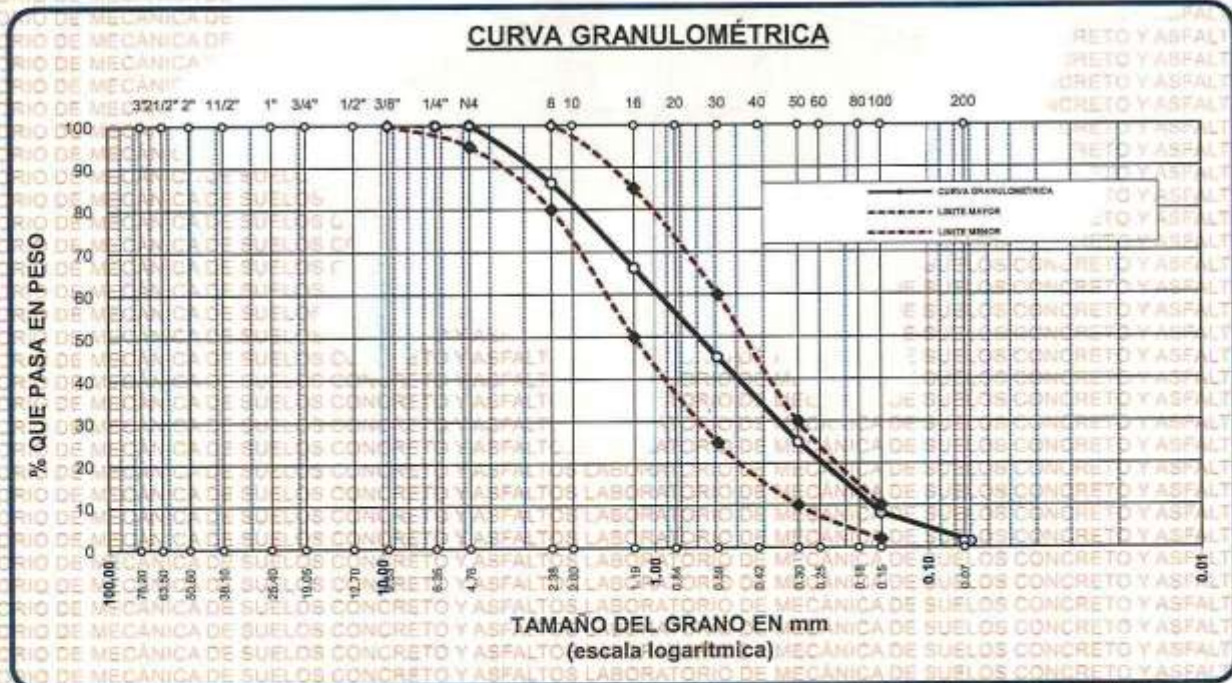
**CANTERA** : CANTERA DE AZÁNGARO

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

**FECHA** : 30 DE JUNIO DEL 2025

TAMICES	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.69
No8	2.380	68.43	13.69	13.69	86.31		
No10	2.000					50 - 85 %	
No16	1.190	100.42	20.08	33.77	66.23		
No20	0.840					25 - 60 %	
No30	0.590	105.16	21.03	54.80	45.20		
No40	0.420					10 - 30 %	
No 50	0.300	100.59	20.12	74.92	25.08		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	84.61	16.92	91.84	8.16	2-10%	
No200	0.074	33.90	6.78	98.62	1.38		
BASE		6.89	1.38	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA							

OBSERVACIONES:



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

Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP: 103257



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



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025

**SOLICITANTE** : Bach. ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE

**CANTERA** : CANTERA DE AZÁNGARO

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

**FECHA** : 30 DE JUNIO DEL 2025

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	5930 gr	5930 gr	5930 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2092 cm <sup>3</sup>	2092 cm <sup>3</sup>	2092 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9155.00 gr	9147.00 gr	9152.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3225.00 gr	3217.00 gr	3222.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.542 gr/cm <sup>3</sup>	1.538 gr/cm <sup>3</sup>	1.540 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.540 gr/cm <sup>3</sup>	

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	5930 gr	5930 gr	5930 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2092 cm <sup>3</sup>	2092 cm <sup>3</sup>	2092 cm <sup>3</sup>
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9412.00 gr	9424.00 gr	9432.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3482.00 gr	3494.00 gr	3502.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.664 gr/cm <sup>3</sup>	1.670 gr/cm <sup>3</sup>	1.674 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.670 gr/cm <sup>3</sup>	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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



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



### DISEÑO DE MORTERO F'c = 175 Kg./cm.²

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025

**SOLICITANTE** : Bach. ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE

**CANTERA** : CANTERA DE AZÁNGARO

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

**FECHA** : 30 DE JUNIO DEL 2025

#### PROCESO DE DISEÑO:

**NORMAS:** ACI 211.1.74

ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = 175 Kg./cm.² a los 28 días  
entonces la resistencia promedio F'cr = 259 Kg./cm.²

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

SE UTILIZÓ 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: N° 8

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

#### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos	
P.e SSS	2.81
P.e Bulk	
P.U. Varillado	1670
P.U. Suelto	1540
% de Absorción	6.28
% de Humedad Natural	5.09
Modulo de Fineza	2.69

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: N° 8 (2.38 mm)
- Cálculo de porcentaje de vacíos para un mortero

$$\% \text{ de vacíos} = \left( 1 - \frac{\text{PUC}}{\text{Pe(arena)} \cdot \gamma_w} \right) \cdot 100$$

$$\% \text{ de vacíos} = \left( 1 - \frac{1670}{2.81 \cdot 1000} \right) \cdot 100$$

$$\% \text{ de vacíos} = 40.66$$

- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces la relación agua/cemento (a/c) será de: 0.55

- Cálculo de volumen de pasta para la relación deseada

$$1 \text{ bolsa} = 42.50 \text{ kg.}$$

$$a/c = 0.55$$

$$V' a = 0.55 \cdot (42.50)$$

$$\text{Volumen de agua} = 23.375 \text{ lt.} = 0.0234 \text{ m}^3$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICPA CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnulfo Irujo Torres  
CIP: 103257



### 6. Cálculo de volumen de cemento:

$$( 42.500 ) / ( 3 \times 1000 ) = 0.01417$$

Volumen de la pasta = Vol. agua + Vol. cemento

$$\text{Volumen de la pasta} = 0.0375 \text{ m}^3$$

### 7. Cantidad de agua para mortero de 1m<sup>3</sup> mediante la corrección de absorción de la arena

$$( 460.35 ) ( 0.55 ) = 253.19 \text{ lt}$$

$$\text{Volumen de la arena para 1 m}^3 = 1670 \text{ kg}$$

$$\text{Agua de absorción en la arena} = ( 1670 \times 6.28 ) / ( 100 ) = 104.905 \text{ lt}$$

$$\text{Agua resto a la humedad de la arena} = ( 1670 \times 5.09 ) / ( 100 ) = 85.003 \text{ lt}$$

$$\text{Agua total} = 189.908 \text{ lt}$$

### DOSIFICACIÓN

AGREGADO	PESO SECO PARA 1M3 (KG)	PESO SECO PARA 1 BOLSA	VOLUMEN PARA 1M3	PROPORCIÓN POR VOLUMEN
Cemento	460.35	42.50	0.3836	1.00
Agreg. Fino	1670.00	154.18	1.0844	2.83
Agua	189.91	17.53	0.1899	0.50

### OBSERVACIONES:

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

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA

Dr. *[Firma]*  
C.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN CABRERIS"  
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 DE CUBOS DE MORTERO NTP 334.051

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025

**SOLICITANTE** : Bach, ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE

**MUESTRA** : MUESTRA PATRÓN

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

**FECHA** : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	MORTERO PATRÓN	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	7	25.00	2880.00	115.20
		5.00	5.00				
2	MORTERO PATRÓN	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	7	25.00	2884.50	115.38
		5.00	5.00				
3	MORTERO PATRÓN	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	7	25.00	2896.75	115.87
		5.00	5.00				
4	MORTERO PATRÓN	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	7	25.00	2902.50	116.10
		5.00	5.00				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							115.64

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	MORTERO PATRÓN	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	14	25.00	3647.25	145.89
		5.00	5.00				
2	MORTERO PATRÓN	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	14	25.00	3643.00	145.72
		5.00	5.00				
3	MORTERO PATRÓN	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	14	25.00	3652.75	146.11
		5.00	5.00				
4	MORTERO PATRÓN	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	14	25.00	3650.50	146.02
		5.00	5.00				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							145.94

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	MORTERO PATRÓN	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	28	25.00	4274.50	170.98
		5.00	5.00				
2	MORTERO PATRÓN	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	28	25.00	4271.00	170.84
		5.00	5.00				
3	MORTERO PATRÓN	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	28	25.00	4280.25	171.21
		5.00	5.00				
4	MORTERO PATRÓN	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	28	25.00	4278.25	171.13
		5.00	5.00				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							171.04

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN CABRERIS"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
Dr. Arnaldo Yana Torres  
C.I.R. 103257

BIE: 0006-00318200



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN 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 DE CUBOS DE MORTERO

NTP 334.051

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LÁBRILLO EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025

**SOLICITANTE** : Bach. ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE

**MUESTRA** : MUESTRA + 4% DE POLVO DE CAUCHO

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

**FECHA** : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	7	25.00	3048.75	121.95
		5.00	5.00	5.00				
2	MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	7	25.00	3080.25	123.21
		5.00	5.00	5.00				
3	MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	7	25.00	3061.25	122.45
		5.00	5.00	5.00				
4	MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	7	25.00	3064.50	122.58
		5.00	5.00	5.00				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)								122.55

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	14	25.00	3787.00	151.48
		5.00	5.00	5.00				
2	MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	14	25.00	3805.50	152.22
		5.00	5.00	5.00				
3	MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	14	25.00	3809.25	152.37
		5.00	5.00	5.00				
4	MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	14	25.00	3799.50	151.98
		5.00	5.00	5.00				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)								152.01

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	28	25.00	4386.75	175.47
		5.00	5.00	5.00				
2	MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	28	25.00	4378.00	175.12
		5.00	5.00	5.00				
3	MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	28	25.00	4382.75	175.31
		5.00	5.00	5.00				
4	MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	28	25.00	4380.00	175.20
		5.00	5.00	5.00				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)								175.28

**OBSERVACIONES:**

**NOTA:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO DEL SOLICITANTE.



FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL  
Dr. Armando Yañez Torres  
CIP 105257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN 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 DE CUBOS DE MORTERO NTP 334.051

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025

**SOLICITANTE** : Bach. ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE

**MUESTRA** : MUESTRA + 8% DE POLVO DE CAUCHO

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

**FECHA** : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	7	25.00	3196.25	127.85
		5.00	5.00	5.00				
2	MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	7	25.00	3183.00	127.72
		5.00	5.00	5.00				
3	MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	7	25.00	3178.00	127.12
		5.00	5.00	5.00				
4	MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	7	25.00	3205.75	128.23
		5.00	5.00	5.00				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)								127.73

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	14	25.00	3902.50	156.10
		5.00	5.00	5.00				
2	MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	14	25.00	3906.50	156.26
		5.00	5.00	5.00				
3	MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	14	25.00	3896.00	155.84
		5.00	5.00	5.00				
4	MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	14	25.00	3894.50	155.78
		5.00	5.00	5.00				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)								156.00

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	28	25.00	4453.50	178.14
		5.00	5.00	5.00				
2	MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	28	25.00	4446.25	177.85
		5.00	5.00	5.00				
3	MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	28	25.00	4443.50	177.74
		5.00	5.00	5.00				
4	MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	28	25.00	4431.25	177.25
		5.00	5.00	5.00				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)								177.75

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERÓN VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

CIP: 103237

BIE: 8006-00318200



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN 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 DE CUBOS DE MORTERO

NTP 334.051

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025  
**SOLICITANTE** : Bach. ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE  
**MUESTRA** : MUESTRA + 12% DE POLVO DE CAUCHO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV  
**FECHA** : 30 DE JULIO DEL 2025

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	MUESTRA+ 12% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	7	25.00	3146.75	125.87
		5.00	5.00	5.00				
2	MUESTRA+ 12% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	7	25.00	3153.25	126.13
		5.00	5.00	5.00				
3	MUESTRA+ 12% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	7	25.00	3180.25	126.41
		5.00	5.00	5.00				
4	MUESTRA+ 12% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	7	25.00	3149.25	125.97
		5.00	5.00	5.00				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)								126.10

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	MUESTRA+ 12% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	14	25.00	3968.50	158.74
		5.00	5.00	5.00				
2	MUESTRA+ 12% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	14	25.00	3949.75	157.99
		5.00	5.00	5.00				
3	MUESTRA+ 12% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	14	25.00	3956.25	158.25
		5.00	5.00	5.00				
4	MUESTRA+ 12% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	14	25.00	3960.50	158.42
		5.00	5.00	5.00				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)								158.35

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
					DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	MUESTRA+ 12% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	28	25.00	4581.00	183.24
		5.00	5.00	5.00				
2	MUESTRA+ 12% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	28	25.00	4573.50	182.94
		5.00	5.00	5.00				
3	MUESTRA+ 12% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	28	25.00	4568.25	182.77
		5.00	5.00	5.00				
4	MUESTRA+ 12% POLVO DE CAUCHO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	28	25.00	4575.00	183.02
		5.00	5.00	5.00				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' b)								182.99

OBSERVACIONES:

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

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



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



### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS NORMA (NTP 339.605)

**OBRA** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025  
**SOLICITANTE** : Bach. ELMER LEONORO YAÑEZ LUQUE  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRÓN  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV  
**FECHA** : 30 DE JULIO DEL 2025

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
1	MUESTRA PATRON	24.00	X 14.00	X 8.00	7	0.57	0.1	336	27840.00	96.70	9.670
	PILA DE ALBAÑILERIA - 1										
2	MUESTRA PATRON	24.00	X 14.00	X 8.00	7	0.57	0.1	336	28998.00	100.70	10.070
	PILA DE ALBAÑILERIA - 2										
3	MUESTRA PATRON	24.00	X 14.00	X 8.00	7	0.57	0.1	336	25491.00	92.00	9.200
	PILA DE ALBAÑILERIA - 3										

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
1	MUESTRA PATRON	24.00	X 14.00	X 8.00	14	0.57	0.1	336	38489.00	133.80	13.36
	PILA DE ALBAÑILERIA - 1										
2	MUESTRA PATRON	24.00	X 14.00	X 8.00	14	0.57	0.1	336	37531.00	130.30	13.03
	PILA DE ALBAÑILERIA - 2										
3	MUESTRA PATRON	24.00	X 14.00	X 8.00	14	0.57	0.1	336	40784.00	141.60	14.16
	PILA DE ALBAÑILERIA - 3										

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
1	MUESTRA PATRON	24.00	X 14.00	X 8.00	28	0.57	0.1	336	46479.00	161.40	16.14
	PILA DE ALBAÑILERIA - 1										
2	MUESTRA PATRON	24.00	X 14.00	X 8.00	28	0.57	0.1	336	48121.00	167.30	16.71
	PILA DE ALBAÑILERIA - 2										
3	MUESTRA PATRON	24.00	X 14.00	X 8.00	28	0.57	0.1	336	45267.00	157.20	15.72
	PILA DE ALBAÑILERIA - 3										

1. LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.
2. LAS PILAS DE MORTERO + ALBAÑILERIA FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS.
3. SE UTILIZO UNA MEZCLA DE MORTERO DE (CEMENTO), 2.83 (ARENA) POR INDICACIONES DEL SOLICITANTE.



INVESTIGADOR: *[Firma]*  
P.C.P. CAP. INGENIERIA CIVIL  
D.L. Arnaldo Yara Torres  
C.P. 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



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS NORMA (NTP 339.605)

**OBRA** : ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025  
**SOLICITANTE** : Bach. ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE  
**MUESTRA** : MUESTRA + 4% POLVO DE CAUCHO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV  
**FECHA** : 30 DE JULIO DEL 2025

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
1	MUESTRA + 4% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	7	0.57	0.1	336	32161.00	111.70	11.17
	PILA DE ALBAÑILERIA - 1										
2	MUESTRA + 4% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	7	0.57	0.1	336	29581.00	102.70	10.27
	PILA DE ALBAÑILERIA - 2										
3	MUESTRA + 4% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	7	0.57	0.1	336	30657.00	106.40	10.64
	PILA DE ALBAÑILERIA - 3										

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
1	MUESTRA + 4% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	14	0.57	0.1	336.0000	39289.00	135.40	13.84
	PILA DE ALBAÑILERIA - 1										
2	MUESTRA + 4% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	14	0.57	0.1	336	42431.00	147.30	14.73
	PILA DE ALBAÑILERIA - 2										
3	MUESTRA + 4% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	14	0.57	0.1	336	43424.00	150.80	15.08
	PILA DE ALBAÑILERIA - 3										

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
1	MUESTRA + 4% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	28	0.57	0.1	336	50539.00	175.50	17.55
	PILA DE ALBAÑILERIA - 1										
2	MUESTRA + 4% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	28	0.57	0.1	336	47285.00	184.20	18.42
	PILA DE ALBAÑILERIA - 2										
3	MUESTRA + 4% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	28	0.57	0.1	336	49987.00	173.50	17.35
	PILA DE ALBAÑILERIA - 3										

- 1 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.
- 2 LAS PILAS DE MORTERO + ALBAÑILERIA FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS.
- 3 SE UTILIZO UNA MEZCLA DE MORTERO DE 1 (CEMENTO), 2.83 (ARENA) POR INDICACIONES DEL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257



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



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS

NORMA (NTP 339.605)

**OBRA:** ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACION DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025

**SOLICITANTE:** Bach. ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE

**MUESTRA:** MUESTRA + 8% POLVO DE CAUCHO

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

**FECHA:** 30 DE JULIO DEL 2025

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
1	MUESTRA + 8% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	7	0.57	0.1	336	31240.00	108.50	10.85
	PILA DE ALBAÑILERIA - 1										
2	MUESTRA + 8% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	7	0.57	0.1	336	33298.00	115.60	11.56
	PILA DE ALBAÑILERIA - 2										
3	MUESTRA + 8% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	7	0.57	0.1	336	34381.00	119.40	11.94
	PILA DE ALBAÑILERIA - 3										

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
1	MUESTRA + 8% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	14	0.57	0.1	336.0000	43153.00	149.80	14.98
	PILA DE ALBAÑILERIA - 1										
2	MUESTRA + 8% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	14	0.57	0.1	336	46165.00	180.30	18.03
	PILA DE ALBAÑILERIA - 2										
3	MUESTRA + 8% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	14	0.57	0.1	336	42828.00	148.70	14.87
	PILA DE ALBAÑILERIA - 3										

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
1	MUESTRA + 8% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	28	0.57	0.1	336	52267.00	181.50	18.15
	PILA DE ALBAÑILERIA - 1										
2	MUESTRA + 8% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	28	0.57	0.1	336	52213.00	181.30	18.13
	PILA DE ALBAÑILERIA - 2										
3	MUESTRA + 8% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	28	0.57	0.1	336	50209.00	174.30	17.43
	PILA DE ALBAÑILERIA - 3										

- 1 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.
- 2 LAS PILAS DE MORTERO + ALBAÑILERIA FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS.
- 3 SE UTILIZO UNA COLA DE MORTERO DE 1 (CEMENTO), 2.83 (ARENA) POR INDICACIONES DEL SOLICITANTE.



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



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



### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS

NORMA (NTP 339.605)

**OBRA:** ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025  
**SOLICITANTE:** Bach: ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE  
**MUESTRA:** MUESTRA + 12% POLVO DE CAUCHO  
**LUGAR:** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - UANCV  
**FECHA:** 30 DE JULIO DEL 2025

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
1	MUESTRA + 12% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	7	0.57	0.1	338	34431.00	119.60	11.96
	PILA DE ALBAÑILERIA - 1										
2	MUESTRA + 12% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	7	0.57	0.1	336	32353.00	112.30	11.23
	PILA DE ALBAÑILERIA - 2										
3	MUESTRA + 12% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	7	0.57	0.1	336	33587.00	116.60	11.66
	PILA DE ALBAÑILERIA - 3										

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
1	MUESTRA + 12% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	14	0.57	0.1	336.0000	43485.00	151.00	15.10
	PILA DE ALBAÑILERIA - 1										
2	MUESTRA + 12% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	14	0.57	0.1	336	45648.00	158.50	15.85
	PILA DE ALBAÑILERIA - 2										
3	MUESTRA + 12% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	14	0.57	0.1	336	46252.00	160.60	16.06
	PILA DE ALBAÑILERIA - 3										

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)							
1	MUESTRA + 12% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	28	0.57	0.1	336	51751.00	179.70	17.97
	PILA DE ALBAÑILERIA - 1										
2	MUESTRA + 12% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	28	0.57	0.1	336	51056.00	177.30	17.73
	PILA DE ALBAÑILERIA - 2										
3	MUESTRA + 12% PC	24.00	X 14.00	X 8.00	28	0.57	0.1	336	53386.00	185.40	18.54
	PILA DE ALBAÑILERIA - 3										

- 1 LOS LADRILLOS FUERON PUESTOS EN LABORATORIO Y ETIQUETADOS POR EL SOLICITANTE.
- 2 LAS PILES DE MORTERO + ALBAÑILERIA FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS.
- 3 SE UTILIZO UNA MEZCLA DE MORTERO DE 1 (CEMENTO), 2.83 (ARENA) POR INDICACIONES DEL SOLICITANTE.

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

### Anexo 3. Norma E.070, artículo de Morteros

#### Artículo 6.- Mortero

**6.1 Definición.** El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.

#### 6.2 Componentes

a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

- Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009.
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.830.
- Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.
- Se aceptará cualquier otro cemento siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias mayores al 90 % del valor obtenido usando cemento portland I o cemento adicionado IP.

b) El agregado fino será arena natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias mayores al 90 % del valor obtenido con la arena de la tabla 3.

MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de finura estará comprendido entre 1,60 y 2,50.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- No deberá emplearse arena de mar.

c) El agua será bebible y libre de sustancias deletéreas, sales, ácidos, álcalis y materia orgánica.

**6.3 Clasificación para fines estructurales.** Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 4).

**6.4 Proporciones.** Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la Tabla 4.

TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

- Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos.
- De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en 6.2.a, se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

## Anexo 4. Norma ASTM C270, normativa de Morteros

### CLASIFICACIÓN DE LOS MORTEROS SEGÚN LA NORMA ASTM-C-270

Conociendo las propiedades más importantes del mortero y su aporte a la mampostería, le permite al constructor aprovecharlas al máximo, además de dar a conocer que el mortero premezclado es una alternativa confiable para ser utilizado en sitio y facilitar la labor del albañil disminuyendo el tiempo de preparación de la mezcla en obra y garantizando tener un mortero trabajable por más tiempo con respecto al mortero tradicional.

En términos generales el mortero se puede definir como la mezcla de un material cementante, arena, agua y eventualmente aditivos que al endurecerse presenta propiedades físicas y mecánicas similares a las del concreto, y es ampliamente utilizado para pegar las unidades de mampostería (bloques de concreto) en la construcción de muros y para cubrirlos mediante el repello.

Las aplicaciones de los morteros son variadas:

- Unión de bloques y relleno de sus celdas en paredes de mampostería.
- Recubrimiento y acabado final de paredes interiores y exteriores.

Combinación de materiales cementantes	Tipo de mortero	Cemento	Cemento de mampostería	Cal hidratada	Arena en condición húmeda y suelta
Cemento-cal hidratada	A	1	0	$\frac{1}{4}$	3
Cemento-cal hidratada	B	1	0	$\frac{1}{4}$	4
Cemento-cal hidratada	C	1	0	$\frac{1}{4}$	5
Cemento-cemento de mampostería	A	1	1	0	5
Cemento-cemento de mampostería	B	$\frac{1}{2}$	1	0	4
Cemento de mampostería	C	0	1	0	3

En la actualidad la norma ASTM C 270 (especificación estándar para morteros de albañilería) cubre solamente cuatro tipos de morteros.

Estos tipos de mortero pueden diseñarse de acuerdo a especificaciones por proporción o por propiedades, pero no por ambas cosas.

El diseño por proporción rige siempre que se hace referencia a la norma ASTM C 270.

Los cuatro tipos de morteros que hace referencia la Norma ASTM C 270 son: **M, N, S y O**, para lo cual la selección de un tipo particular de mortero se da generalmente en función de las necesidades del elemento estructural acabado.

La especificación por proporción rige siempre que se hace referencia al ASTM C 270 y no se menciona un método específico.

**Tipo M:** es una mezcla de a la resistencia que ofrece más durabilidad que otros morteros. Use este tipo para mampostería reforzada o sin refuerzo sujeta a grandes cargas de compresión, acción severa de congelación, alas cargas laterales de tierra, vientos fuertes o temblores. Debido a su durabilidad superior, el tipo M debe usarse en estructuras en contacto con el suelo tales como cimentaciones, muros de contención, aceras, tuberías de aguas servidas y pozos.



**Tipo S:** alcanza a la resistencia de adherencia, la más a la que un mortero puede alcanzar. Use el tipo S para estructuras sujetas a cargas compresivas 40 normales, que a la vez requieren a la resistencia de adherencia. También use el tipo S donde el mortero es el único agente de adherencia con la pared, como en el caso de revestimientos de terracota o baldosas de barro cocido.



**Tipo N:** es un mortero de propósito general a ser utilizado en estructuras de mampostería sobre el nivel del suelo. Es bueno para enchapes de mampostería, paredes internas y divisiones. Este mortero de mediana resistencia representa la mejor combinación de resistencia, trabajabilidad y economía.



**Tipo O:** es un mortero de baja resistencia y mucha cal. Úselo en paredes y divisiones sin carga, y para el revestimiento exterior que no se congela cuando está húmedo. El mortero tipo O se usa a menudo en residencias de uno y dos pisos. Es el favorito de los albañiles porque tiene excelente trabajabilidad y bajo costo.



TIPOS DE MORTERO SEGUN ASTM C270	USO RECOMENDADO EN LA CONSTRUCCION	Resistencia a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>M</b>	Paredes de mampostería sujetas a cargas de compresión, severa acción de la nieve o grandes cargas laterales debidas a presiones de tierra, vientos huracanados o terremotos.	175
<b>S</b>	Estructuras que requieren gran resistencia a la flexión en las juntas pero que estarán sujetas únicamente a cargas normales de compresión.	125
<b>N</b>	Construcción de paredes interiores y de división.	54
<b>O</b>	Paredes no cargadas y paredes de división. Apoyos de mampostería sólida con esfuerzos admisibles de compresión no mayores a 100 psi.	25

De la tabla anterior se desprende que los morteros tipos M y S son usados en paredes estructurales y debe tenerse especial cuidado en su dosificación, conforme la Norma Técnica el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería:

Mortero	Tipo	Cemento Portland	Cemento de mampostería		Cal	Agregado
			M	S		
Cemento Portland	M	1	-	-	1/4	> 2 1/4 y < 3 veces la suma de los volúmenes separados de los materiales cementantes
	S	1	-	-	1/4 a 1/2	
Cemento de mampostería	M	-	1	-	-	
	S	-	-	-	-	

Fuente: Tomado de NTDCM del RESESCO [1997:P.6].



## PROPIEDADES DEL MORTERO

### Manejabilidad.

Probablemente la característica más importante del mortero es su manejabilidad, en virtud de la influencia que esta propiedad ejerce sobre otras cualidades del mismo, tanto en estado fluido como ya fraguado.

La manejabilidad es difícil de definir porque es una combinación de cierto número de propiedades interrelacionadas. Se considera que de éstas, las que tienen mayor influencia en la manejabilidad son: consistencia, fluidez, capacidad de retención de agua, tiempo de fraguado, peso, adherencia y penetrabilidad.

Un albañil experto juzga la manejabilidad del mortero por la manera como se adhiere a la cuchara o resbala sobre ella. Un mortero suficientemente manejable debe extenderse con facilidad sobre las piezas de las hiladas, adherirse a las superficies verticales, verterse fácilmente hacia las juntas, sin caerse o embarrarse, y permitir la colocación de piezas sin que ocurran modificaciones subsiguientes debido al peso de las mismas o al de varias hiladas.

Su consistencia debe variar en función de los cambios climatológicos: un buen mortero tiene que ser más blando en verano que en invierno, a fin de compensar la pérdida de agua.

### Capacidad de retención de agua.

El mortero que tiene estas propiedades se opone a la rápida pérdida de agua (no pierde plasticidad) que podría producirse a causa del aire, de un medio ambiente seco o de una pieza muy absorbente. La rápida pérdida de agua provoca el fraguado prematuro del mortero, lo que torna prácticamente imposible obtener una buena adherencia y juntas herméticas. La capacidad de retención de agua es una importante propiedad relacionada con la manejabilidad; el aire incluido, los agregados finos, los materiales cementantes y el agua aumentan la fluidez y manejabilidad del mortero, al igual que su capacidad de retención de agua.



## Adherencia.

El término adherencia designa una propiedad específica que puede subdividirse en: Punto de adherencia, o grado de contacto del mortero con las piezas de los muros. Resistencia a la tensión debida a la adherencia.

Entre los muchos factores que afectan la adherencia, se incluyen: Componentes del mortero, por ejemplo, tipo y cantidad de materiales cementantes, agua retenida y contenido de aire.

Características de las piezas de los muros, esto es, textura de la superficie, absorción y contenido de humedad.

Condiciones de curado, por ejemplo, temperatura, humedad relativa y viento.

La adherencia es baja en superficies lisas y moldeadas, como el vidrio y las superficies de ladrillo de arcilla o azulejo. Por lo contrario, en bloques de concreto o en superficies texturizadas de ladrillos de arcilla, se logra una buena adherencia.

Por otra parte, la capacidad de absorción de las piezas de concreto es tan baja que no es necesario humedecerlas antes de colocarlas sobre el mortero; asimismo, algunos ladrillos de arcilla poseen una capacidad de absorción tan elevada que, a menos que se humedezcan previamente, se obtendrá una baja adherencia.

## Resistencia a la compresión.

Los principales factores que afectan los esfuerzos de compresión de la estructura de los muros son: esfuerzo de compresión de la pieza utilizada, proporcionamiento de los componentes del mortero, diseño de la estructura, mano de obra y grado de curado.

Aunque el esfuerzo de compresión de los muros puede incrementarse utilizando un mortero más resistente, el aumento no es proporcional al esfuerzo de compresión del mortero: las pruebas han demostrado que los esfuerzos a compresión en muros de bloques de concreto aumentan solamente cerca de un 10% cuando los esfuerzos en cubos de prueba de mortero aumentan en un 130%.



En los muros compuestos aumentan un 25% cuando en los cubos aumentan un 160%. El esfuerzo a compresión del mortero depende en gran parte del tipo y cantidad de material cementante utilizado al prepararlo: aumentará con un incremento del contenido de cemento y disminuirá con un aumento de la inclusión de aire, del contenido de cal, o del contenido de agua.

### Proporciones de la mezcla

Una buena mezcla de mortero empieza con lo fundamental. Los documentos contractuales deben especificar qué tipo de mortero debe ser utilizado: sea tipo M, S, N u O, como se detalla en la norma ASTM C 270. La tabla 2.6 tiene un listado de las cantidades de arena, cal y cemento Pórtland o de mampostería requeridas para producir un metro cúbico de mortero para cada tipo de mortero. Es bueno colocar las proporciones de mezcla sobre el mezclador para que el operador sepa siempre cuánto debe añadir de cada ingrediente a la mezcla. Una persona debe estar bien entrenada para hacer el mortero, pero la información por escrito es esencial cuando dicha persona la olvida, está enferma o en vacaciones. Revise dos veces las proporciones adecuadas para la mezcla especificada.

Cantidades de materiales requeridos para hacer un metro cúbico de mortero				
Tipo de mortero	Arena (m <sup>3</sup> )	Materiales cementantes		cal
		Cemento Pórtland	Cemento de mampostería	
<b>M</b>	1.0	-	0.333	-
	1.0	0.278	-	0.074
<b>S</b>	1.0	-	0.333	-
	1.0	0.222	-	0.111
<b>N</b>	1.0	-	0.333	-
	1.0	0.167	-	0.167
<b>O</b>	1.0	-	0.333	-
	1.0	0.111	-	0.222



## **Control del contenido de humedad.**

La humedad afecta el peso y el volumen de materiales. Los materiales cementantes deben ser protegidos de la humedad, excepto la arena. Cuando la arena recibe lluvia y humedad aumenta en peso y volumen. La norma ASTM C 270 permite que el volumen de arena varía entre 2.25 y 3 veces el volumen de materiales cementantes. Por esto usualmente es necesario controlar el contenido de humedad de la arena o ajustar el volumen de arena debido a la humedad. A pesar de esto es más fácil producir un mortero uniforme en todas las batidas cuando la humedad de la arena es uniforme.



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 10-11-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ELMER LEANDRO YAÑEZ LUQUE  
Dirección: Jr. SAN AGUSTIN 1271 Urb. VILLA HERMOSA  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 44752765  
Teléfono: 927 234 037 email: Eco.leo.civil@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: Dr. ARNALDO YANA TORRES

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

Título: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO CONVENCIONAL Y MORTERO MODIFICADO  
CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO PARA EL ASENTADO DE MUROS  
DE LADRILLO EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): MORTERO CONVENCIONAL, MORTERO MODIFICADO, POLVO DE CAUCHO,  
ASENTADO DE MUROS.

¿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, entré 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

10-11-2025

Fecha