



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO  
TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN  
LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL  
PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. MAXIMO NINA QUILCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**2025**



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. MAXIMO NINA QUILCA**

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

:

  
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

**PRIMER MIEMBRO**

:

  
Dr. ARNALDO YANA TORRES


**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Mgr. WILFREDO DAVID SUÑO PAÇORI

**ASESOR DE TESIS**

:

  
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



**UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1323-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 20 de octubre del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025 - CU - 9802 presentado por el (la) Bachiller: **MAXIMO NINA QUILCA** 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. **MAXIMO NINA QUILCA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024**, 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. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- \* **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- \* **2do Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

**ARTICULO SEGUNDO.** - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

**ARTICULO TERCERO.** - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **MAXIMO NINA QUILCA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : viernes 31 de octubre del 2025
- \* **HORA** : 15:30 horas
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA

DECANO (a)  
CIP. 32730



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

Dr. Fritz Wally Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 150-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de marzo del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU - 2900 por el señor (a): **MAXIMO NINA QUILCA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 100- 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 006 - 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): **MAXIMO NINA QUILCA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024**, 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° 006 - 2025 **aprobandó** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024**, 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): **MAXIMO NINA QUILCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Mestr. **WALTER LIZARRAGA ARMAZA**  
DECANO (e)  
CIP. 70808



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

Dr. **Fritz Willy Mamani Apaza**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 1731-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 14714, presentado el señor (a) **MAXIMO NINA QUILCA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 1513-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 388 -2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **MAXIMO NINA QUILCA** ha presentado su propuesta de investigación **Titulado: EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024**, 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° 388 -2024- aprobando la propuesta de investigación **titulado: EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **MAXIMO NINA QUILCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024** 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 **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECTOR  
Dr. ESTEBAN CASTILLO MACHACA  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.

Resolución



# 16% 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

- 8% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión


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

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



### Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	MAXIMO NINA QUILCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	42225027
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0001-2377-4784">https://orcid.org/0009-0001-2377-4784</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-4595-7589">https://orcid.org/0000-0003-4595-7589</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
<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: Taraco Distrito: Taraco Latitud: S 15° 17' 56" Longitud: O 69° 58' 42"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/gcdz2mYnGV8ZrusG8">https://maps.app.goo.gl/gcdz2mYnGV8ZrusG8</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2024 - Octubre 2025
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<p>Ingeniería Civil <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a></p> <p>Ingeniería de Materiales <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00</a></p>

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
*Dr. Fritz Velly Mamani Apaza*  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo MAXIMO NINA QUILCA, identificado con DNI  
Nro. 42225027, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO

RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO

ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

Asesorado por: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 17 de Noviembre del 2025

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)





## DEDICATORIA

*A mis padres que siempre confiaron*

*en mí.*



## AGRADECIMIENTO

*A nuestro creador, de igual manera a los docentes de la universidad.*



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTO .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT .....	X
INTRODUCCIÓN .....	XI

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE 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.....	15
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. ....	16
1.4.1 Justificación técnica.....	16
1.4.2 Justificación económica.....	16
1.4.3 Justificación social.....	17
1.4.4 Justificación ambiental.....	17
1.5 Hipótesis de la investigación. ....	18
1.5.1 Hipótesis general.....	18
1.5.2 Hipótesis específicas.....	18
1.6 Variables e indicadores.....	18
1.6.1 Variable independiente .....	18
1.6.2 Variable dependiente.....	18
1.7 Operacionalización de variables.....	19



## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación .....	20
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2	Antecedente nacional .....	22
2.1.3	Antecedente de ámbito local. ....	24
2.2	Bases teóricas .....	24
2.2.1	Ladrillo artesanal .....	24
2.2.1.1	<i>Definición del ladrillo artesanal</i> .....	26
2.2.1.2	<i>Proceso de fabricación del ladrillo artesanal</i> .....	27
2.2.1.3	<i>Propiedades del ladrillo artesanal</i> .....	29
2.2.2	Materiales reciclados en la construcción .....	30
2.2.2.1	<i>Concepto de materiales reciclados</i> .....	32
2.2.2.2	<i>Cerámico triturado</i> .....	33
2.2.2.3	<i>Yeso reciclado triturado</i> .....	34
2.2.2.4	<i>Propiedades físicas y químicas del yeso reciclado</i> .....	36
2.2.2.5	<i>Aplicaciones del yeso reciclado en materiales constructivos</i> .....	38
2.2.3	Incorporación de materiales reciclados en ladrillos .....	39
2.2.4	Ventajas del uso de materiales reciclados en ladrillos .....	41
2.2.5	Impacto del cerámico triturado en las propiedades del ladrillo.....	43
2.2.5.1	<i>Impacto del yeso reciclado en las propiedades del ladrillo</i> .....	44
2.2.6	Sostenibilidad en la industria de ladrillos .....	46
2.2.6.1	<i>Economía circular en la fabricación de ladrillos</i> .....	48
2.2.6.2	<i>Gestión sostenible de residuos en la construcción</i> .....	50
2.2.6.3	<i>Beneficios ambientales del uso de materiales reciclados en ladrillos</i> .....	51
2.2.7	Norma técnica E 070 .....	53
2.3	Marco conceptual.....	55

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de investigación .....	59
3.2	Tipo de investigación .....	59
3.3	Nivel de investigación .....	59



3.4	Diseño de la investigación.....	60
3.5	Método de la investigación.....	60
3.6	Población y muestra de la investigación.....	61
3.6.1	Población.....	61
3.6.2	Muestra.....	61
3.7	Técnicas e instrumentos.....	62
3.7.1	Técnicas.....	62
3.7.2	Instrumentos.....	63
3.8	Validación y confiabilidad del instrumento.....	64
3.8.1	Validación de los instrumentos.....	64
3.8.2	Confiabilidad de instrumentos.....	64
3.9	Procedimiento y recolección de datos.....	65
3.9.1	Procedimiento y recolección de información.....	66
3.9.2	Ensayos en laboratorio.....	69
3.10	Procesamiento de datos y análisis.....	75

### CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados obtenidos de los ensayos.....	77
4.1.1	Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo convencional en el distrito de Taraco.....	78
4.1.2	Influencia del cerámico triturado y yeso reciclado sobre el ladrillo (físicas).....	84
4.1.3	Influencia del cerámico triturado y yeso reciclado sobre el ladrillo (mecánicas).....	97
4.1.4	Discusión de resultados.....	102
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>107</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>109</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>		<b>110</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>115</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables .....	19
<b>Tabla 2</b> Cantidad de muestras usadas .....	62
<b>Tabla 3</b> Límites de consistencia muestra-01 .....	80
<b>Tabla 4</b> Límites de consistencia muestra – 02.....	80
<b>Tabla 5</b> Límites de consistencia muestra – 03.....	80
<b>Tabla 6</b> Humedad natural de muestras M-1, M-2, M-3.....	81
<b>Tabla 7</b> Absorción para ladrillo convencional .....	81
<b>Tabla 8</b> Succión de ladrillo convencional.....	82
<b>Tabla 9</b> Porcentajes de variación dimensional (largo).....	82
<b>Tabla 10</b> Porcentajes de variación dimensional (Ancho) .....	82
<b>Tabla 11</b> Porcentajes de variación dimensional (Alto).....	83
<b>Tabla 12</b> Alabeo de ladrillo convencional .....	83
<b>Tabla 13</b> Resistencia de ladrillo convencional.....	83
<b>Tabla 14</b> Flexión de ladrillo convencional.....	84
<b>Tabla 15</b> Absorción para ladrillo estabilizado con 2% de CT .....	84
<b>Tabla 16</b> Absorción para ladrillo estabilizado con 3% de CT .....	85
<b>Tabla 17</b> Absorción para ladrillo estabilizado con 2% de YR .....	85
<b>Tabla 18</b> Absorción para ladrillo estabilizado con 3% de YR .....	85
<b>Tabla 19</b> Succión de ladrillo estabilizado con CT 2%.....	86
<b>Tabla 20</b> Succión de ladrillo estabilizado con CT 3%.....	86
<b>Tabla 21</b> Succión de ladrillo estabilizado con YR 2% .....	86
<b>Tabla 22</b> Succión de ladrillo estabilizado con YR 3% .....	87
<b>Tabla 23</b> Porcentajes de variación dimensional(largo) de la muestra con EA 2%.....	87
<b>Tabla 24</b> Porcentajes de variación dimensional (Ancho) de la muestra con 2% CT.....	87
<b>Tabla 25</b> Porcentajes de variación dimensional (Alto) de la muestra con 2% de CT.....	88
<b>Tabla 26</b> Porcentajes de variación dimensional(largo) de la muestra con EA 3%.....	88
<b>Tabla 27</b> Porcentajes de variación dimensional (Ancho) de la muestra con 3% CT.....	88
<b>Tabla 28</b> Porcentajes de variación dimensional (Alto) de la muestra con 3% de CT.....	89



<b>Tabla 29</b> <i>Porcentajes de variación dimensional(largo) de la muestra con YR 2%</i> .....	89
<b>Tabla 30</b> <i>Porcentajes de variación dimensional (Ancho) de la muestra con 2% YR</i> .....	89
<b>Tabla 31</b> <i>Porcentajes de variación dimensional (Alto) de la muestra con 2% de YR</i> .....	90
<b>Tabla 32</b> <i>Porcentajes de variación dimensional(largo) de la muestra con YR 3%</i> .....	90
<b>Tabla 33</b> <i>Porcentajes de variación dimensional (Ancho) de la muestra con 3% YR</i> .....	90
<b>Tabla 34</b> <i>Porcentajes de variación dimensional (Alto) de la muestra con 3% de YR</i> .....	91
<b>Tabla 35</b> <i>Alabeo de ladrillo estabilizado con CT 2%</i> .....	91
<b>Tabla 36</b> <i>Alabeo de ladrillo estabilizado con CT 3%</i> .....	91
<b>Tabla 37</b> <i>Alabeo de ladrillo estabilizado con YR 2%</i> .....	92
<b>Tabla 38</b> <i>Alabeo de ladrillo estabilizado con YR 3%</i> .....	92
<b>Tabla 39</b> <i>Absorción de muestras</i> .....	92
<b>Tabla 40</b> <i>Alabeo de muestras</i> .....	93
<b>Tabla 41</b> <i>Ensayo de succión de muestras</i> .....	94
<b>Tabla 42</b> <i>Ensayo de variación dimensional de muestras</i> .....	95
<b>Tabla 43</b> <i>Resistencia a compresión de ladrillo estabilizado con 2% de CT</i> .....	97
<b>Tabla 44</b> <i>Resistencia a compresión de ladrillo estabilizado con 3% de CT</i> .....	97
<b>Tabla 45</b> <i>Resistencia a compresión de ladrillo estabilizado con 2% de YR</i> .....	98
<b>Tabla 46</b> <i>Resistencia a compresión de ladrillo estabilizado con 3% de YR</i> .....	98
<b>Tabla 47</b> <i>Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes del ladrillo estabilizado con CT 2%</i> .....	98
<b>Tabla 48</b> <i>Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes de ladrillo estabilizado con CT 3%</i> .....	99
<b>Tabla 49</b> <i>Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes de ladrillo convencional</i> .....	99
<b>Tabla 50</b> <i>Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes de ladrillo estabilizado con YR 3%</i> .....	99
<b>Tabla 51</b> <i>Muestras elaboradas con distintas cantidades de aditivo</i> .....	100
<b>Tabla 52</b> <i>Muestras elaboradas con distintas cantidades de aditivo</i> .....	101



### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Cerámico triturado</i> .....	68
<b>Figura 2</b> <i>Yeso reciclado triturado</i> .....	69
<b>Figura 3</b> <i>Prueba de alabeo</i> .....	73
<b>Figura 4</b> <i>Ladrillo sometido a Capacidad de soporte a fuerzas compresivas</i> .....	74
<b>Figura 5</b> <i>Curva granulométrica muestra - 01</i> .....	78
<b>Figura 6</b> <i>Curva granulométrica - 02</i> .....	79
<b>Figura 7</b> <i>Curva granulométrica muestra - 03</i> .....	79
<b>Figura 8</b> <i>Ensayo de absorción (comparativa de resultados)</i> .....	93
<b>Figura 9</b> <i>Ensayo de Alabeo (comparativa de resultados)</i> .....	94
<b>Figura 10</b> <i>Ensayo de succión (comparativa de resultados)</i> .....	95
<b>Figura 11</b> <i>Ensayo de variación dimensional (comparativa de resultados)</i> .....	96
<b>Figura 12</b> <i>Ensayo de variación dimensional (comparativa de resultados)</i> .....	96
<b>Figura 13</b> <i>Resistencias a compresión de las muestras con cerámico triturado</i> .....	100
<b>Figura 14</b> <i>Resistencias a compresión de las muestras con yeso reciclado triturado</i> .....	101
<b>Figura 15</b> <i>Resistencias a la flexión</i> .....	102



## RESUMEN

La presente investigación titulada "Evaluación de la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en las propiedades del ladrillo artesanal producido en el distrito de Taraco 2024", el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la cerámico triturado y yeso reciclado triturado en las propiedades del ladrillo artesanal en el en el distrito de Taraco. La metodología que se empleó fue un enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental y método científico. Los resultados mostraron que los ladrillos convencionales presentaron una Capacidad de soporte a fuerzas compresivas promedio de  $10.24 \text{ kg/cm}^2$  y a flexión de  $0.812 \text{ kg/cm}^2$ , con una absorción de agua del 18.92%, evidenciando limitaciones para su uso en construcciones estructurales; sin embargo al incorporar los materiales reciclados mejoró significativamente estas propiedades, en cuanto a la absorción de agua se redujo hasta 11.81%, mientras que las variaciones dimensionales disminuyeron, aumentando la estabilidad del ladrillo, además, la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas incrementó hasta  $66.58 \text{ kg/cm}^2$ , logrando una mejora del 32.42% respecto a los ladrillos artesanales, mientras que la resistencia a flexión alcanzó  $8.424 \text{ kg/cm}^2$ , representando un aumento del 25.61%. En el estudio se concluye que, la adición de cerámico y yeso reciclado no solo mejora la calidad de los ladrillos, sino que también promueve un enfoque más sostenible al reutilizar materiales y reducir el impacto ambiental, este método representa una alternativa técnica y económicamente viable para optimizar la producción de ladrillos artesanales en regiones rurales.

**Palabras Clave:** Cerámico triturado, ladrillo artesanal, propiedades del ladrillo, yeso reciclado triturado.



## ABSTRACT

The present research titled "Evaluation of the Incorporation of Crushed Ceramic and Crushed Recycled Gypsum on the Properties of Handmade Bricks Produced in the Taraco District 2024" aimed to evaluate the effect of crushed ceramic and crushed recycled gypsum on the properties of handmade bricks in the Taraco district. The methodology employed was a quantitative approach, applied type, explanatory level, experimental design, and scientific method. The results showed that conventional bricks exhibited an average compressive strength of 10.24 kg/cm<sup>2</sup> and flexural strength of 0.812 kg/cm<sup>2</sup>, with a water absorption of 18.92%, evidencing limitations for their use in structural constructions; however, incorporating the recycled materials significantly improved these properties. Water absorption was reduced to as low as 11.81%, while dimensional variations decreased, increasing the brick's stability. Additionally, compressive strength increased to 66.58 kg/cm<sup>2</sup>, achieving a 32.42% improvement compared to handmade bricks, while flexural strength reached 8.424 kg/cm<sup>2</sup>, representing a 25.61% increase. The study concludes that the addition of ceramic and recycled gypsum not only improves the quality of the bricks but also promotes a more sustainable approach by reusing materials and reducing environmental impact. This method represents a technically and economically viable alternative to optimize the production of handmade bricks in rural areas.

**Keywords:** Crushed ceramic, traditional brick, properties, crushed recycled plaster.



## INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad en la industria de la construcción se ha vuelto más importante en los últimos años porque el uso de recursos naturales y la generación de residuos sólidos tienen un efecto negativo en el medio ambiente. Una de las cosas más difíciles de hacer es encontrar nuevas formas de reutilizar materiales reciclados. Esto ayudará a reducir los desechos y fomentar prácticas de construcción más responsables. En este caso, usar cerámica triturada y yeso reciclado triturado para hacer ladrillos hechos a mano es una opción prometedora que equilibra la sostenibilidad ambiental con la viabilidad técnica.

Hacer ladrillos a mano es una forma tradicional de ganar dinero en el distrito de Taraco, y es muy importante para el crecimiento de la zona. Sin embargo, este proceso tiene problemas con la calidad y las propiedades mecánicas de los productos, así como con el daño ambiental causado por el uso intensivo de recursos como la arcilla. El uso de materiales reciclados como yeso triturado y cerámica no solo ayuda a hacer los ladrillos más fuertes y duraderos, sino que también contribuye a la gestión a largo plazo de los residuos sólidos, lo cual es especialmente importante en una zona donde la basura se está acumulando.

El objetivo principal de esta investigación es evaluar el impacto de la integración de cerámica triturada y yeso reciclado triturado en las características de los ladrillos hechos a mano fabricados en el distrito de Taraco en 2024. A través de un diseño experimental, se examinarán la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas, la absorción de agua y la durabilidad de los ladrillos, y los hallazgos se compararán con los derivados de los métodos convencionales. Este estudio busca impartir conocimientos técnicos sobre la viabilidad de utilizar materiales reciclados en la fabricación de ladrillos, al mismo tiempo que aboga por prácticas de construcción sostenibles de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.



La investigación ayudará a la industria artesanal de ladrillos a generar nuevas ideas que les permitan utilizar los recursos locales de manera más eficiente y tener un menor impacto en el medio ambiente. Se anticipa que los resultados proporcionarán una base para la formulación de políticas y programas que fomenten el reciclaje de materiales en la construcción, generando ventajas económicas, sociales y ambientales para el distrito de Taraco y otras regiones que enfrentan desafíos análogos.

El primer capítulo cubrirá las partes básicas de la investigación que examinará cómo la adición de cerámica triturada y yeso reciclado triturado a las propiedades de los ladrillos hechos a mano en el distrito de Taraco en 2024 funcionará. Este capítulo incluirá una introducción al tema, la articulación del planteamiento del problema, el establecimiento de objetivos, el desarrollo de hipótesis de trabajo y la presentación de la justificación, enfatizando la importancia técnica, económica, social y ambiental de la investigación.

El segundo capítulo se centrará en el marco teórico, abarcando un examen de los fundamentos conceptuales y el contexto pertinente asociados con la utilización de materiales reciclados en la producción de ladrillos. Las referencias a investigaciones previas se integrarán para elucidar la importancia de la cerámica triturada y el yeso reciclado como alternativas sostenibles y técnicas para mejorar las propiedades de los ladrillos hechos a mano.

La metodología utilizada en la investigación se discutirá en el tercer capítulo. Esta sección explicará el diseño experimental y los métodos utilizados para probar las propiedades mecánicas, físicas y químicas de los ladrillos modificados. Esta fase abarcará la planificación y ejecución de pruebas esenciales, incluyendo la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas, la absorción de agua y la durabilidad, para cumplir con los objetivos especificados y evaluar los efectos de la integración de materiales reciclados.

El cuarto capítulo se centrará en examinar y dar sentido a los resultados encontrados. Los datos recopilados durante los ensayos experimentales serán evaluados y contrastados con las expectativas y objetivos iniciales establecidos en las fases preliminares. En esta sección, hablaremos sobre los resultados de las pruebas de



laboratorio y haremos conclusiones claras sobre cómo la cerámica triturada y el yeso reciclado afectan las propiedades de los ladrillos hechos a mano. Finalmente, habrá sugerencias prácticas sobre cómo implementar estos cambios en la producción de ladrillos en el distrito de Taraco, lo que ayudará a que la industria sea más sostenible e innovadora.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática

Es difícil manejar los residuos sólidos de una manera que sea buena para el medio ambiente a nivel global, especialmente cuando se trata de materiales de construcción. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la industria de la construcción y demolición es responsable de más del 30% de los residuos sólidos del mundo. Por eso los vertederos se están llenando tanto de basura, como cerámicas y yeso. Alemania y Japón, por ejemplo, tienen buenas políticas para el reciclaje y la reutilización de estos materiales, lo que permite que se vuelvan a usar en nuevas cadenas de valor. Pero en muchos países en desarrollo, estas prácticas aún no están generalizadas porque no hay suficiente infraestructura ni políticas públicas claras. Esto causa daño al medio ambiente y desperdicia recursos (Castillo et al., 2025).

Perú está teniendo un problema cada vez mayor con la basura de la construcción y demolición de edificios. Gran parte de los residuos sólidos que genera el país son de este tipo. El Ministerio del Ambiente (MINAM) dice que mucha de esta basura, como los escombros de cerámica y yeso, termina en vertederos ilegales, lo cual es perjudicial para los ecosistemas y la salud de las personas. Hacer ladrillos a mano de la manera tradicional, especialmente en las zonas rurales, todavía utiliza muchos recursos naturales como la



arcilla, lo cual perjudica el suelo y los árboles. Ha habido intentos de hacer que la gente recicle materiales de construcción, pero aún no son muy comunes. El uso de materiales reciclados en la producción sigue siendo un desafío técnico y cultural (Nepomuceno et al., 2018).

A nivel local, en el distrito de Taraco, la producción de ladrillos artesanales es una actividad económica clave que enfrenta múltiples problemas ambientales y de calidad. La dependencia de métodos tradicionales de exflexión de arcilla ha causado la degradación de terrenos agrícolas y conflictos por el uso de suelo. Paralelamente, la acumulación de residuos sólidos, como cerámicos y yeso, sigue siendo un problema persistente debido a la falta de estrategias de reciclaje y reutilización. Estos residuos, que podrían ser una alternativa sostenible para mejorar las propiedades de los ladrillos, son subutilizados o simplemente desechados (Díaz, 2018).

## **1.2 Planteamiento del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es el efecto de la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en las propiedades del ladrillo artesanal producido en el distrito de Taraco 2024?

### **1.2.2 Problemas específicos**

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal en el distrito de Taraco?
2. ¿Cuáles son las propiedades físicas del ladrillo artesanal con la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en proporciones de 2% y 3%?
3. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal con la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en proporciones de 2% y 3%?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de la cerámico triturado y yeso reciclado triturado en las propiedades del ladrillo artesanal en el en el distrito de Taraco.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal en el distrito de Taraco.
2. Evaluar las propiedades físicas del ladrillo artesanal con la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en proporciones de 2% y 3%.
3. Evaluar las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal con la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en proporciones de 2% y 3%.

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

#### **1.4.1 Justificación técnica.**

La incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en la fabricación de ladrillos artesanales responde a una necesidad técnica de mejorar las propiedades del material final. Estudios previos han demostrado que estos materiales reciclados pueden incrementar la resistencia mecánica, reducir la absorción de agua y mejorar la durabilidad de los ladrillos. Además, su incorporación permite innovar en los procesos de fabricación tradicionales, logrando un producto de mayor calidad y con mejores prestaciones técnicas para aplicaciones constructivas. Esta investigación tiene como objetivo fundamentar, a través de evaluaciones específicas, las ventajas técnicas de estas modificaciones, creando así una base científica para su aplicación localizada.

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

Desde un punto de vista económico, reutilizar residuos cerámicos y yeso triturado significa que no tenemos que depender tanto de nuevas materias primas como la arcilla,



que pueden ser costosas de obtener y transportar. Además, utilizar materiales reciclados que están disponibles en la zona reduce los costos de deshacerse de los residuos y aprovecha al máximo los recursos en la fabricación de ladrillos. Esto puede ayudar a los productores artesanales a ahorrar dinero, lo que los hace más competitivos en el mercado. Por otro lado, convertir los residuos reciclados en algo útil crea nuevas cadenas de valor, lo que brinda a los recolectores y pequeños empresarios de la zona más oportunidades para ganar dinero.

### **1.4.3 Justificación social.**

Esta investigación podría ayudar a los fabricantes de ladrillos en el distrito de Taraco a vivir mejor al proporcionarles formas más sostenibles y rentables de fabricar su producto. El uso de materiales reciclados también aumenta la conciencia ambiental entre los productores y la comunidad, lo que ayuda a crear una cultura de reciclaje y cuidado del medio ambiente. Un mejor producto también ayudará al usuario final, quien tendrá acceso a materiales de construcción más duraderos y de larga duración, lo que contribuirá a hacer la vivienda más segura y sostenible.

### **1.4.4 Justificación ambiental.**

Agregar cerámica triturada y yeso reciclado a la fabricación de ladrillos es una buena manera de manejar los residuos sólidos desde el punto de vista ambiental. Reutilizar estos materiales evita que se acumulen en vertederos o áreas naturales, lo que reduce la contaminación del suelo y el agua. Además, al reducir la exflexión de la arcilla, ayudamos a mantener los suelos agrícolas saludables y a detener la deforestación en la zona. Este método sigue las ideas de la economía circular, que fomenta métodos de construcción más respetuosos con el medio ambiente y que hacen el mejor uso de los recursos ya disponibles.

## 1.5 Hipótesis de la investigación.

### 1.5.1 *Hipótesis general.*

El efecto de la cerámico triturado y yeso reciclado triturado será de manera positiva en las propiedades del ladrillo artesanal en el en el distrito de Taraco.

### 1.5.2 *Hipótesis específicas.*

1. Las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal en el en el distrito de Taraco, cumplirán con la normativa establecida.
2. Las propiedades físicas del ladrillo artesanal mejorarán con la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en proporciones de 2% y 3%.
3. Las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal incrementarán con la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en proporciones de 2% y 3%.

## 1.6 Variables e indicadores.

### 1.6.1 *Variable independiente*

Cerámico triturado y yeso reciclado triturado

#### **Dimensiones:**

- Proporción de adición de cerámico triturado en 2% y 3%
- Proporción de adición de yeso reciclado triturado en 2% y 3%

### 1.6.2 *Variable dependiente*

Propiedades del ladrillo artesanal

#### **Dimensiones:**

- Absorción
- Succión
- Variación dimensional
- Alabeo
- Capacidad de soporte a fuerzas compresivas



### 1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
1. Cerámico Triturado	El cerámico triturado es un material obtenido de la fragmentación y reciclaje de restos de cerámica, como baldosas y azulejos.	Proporción de adición de cerámico triturado en 2% y 3%	% de aplicación de CT (2% y 3%)	2% - 3%	Ficha de control de cálculo de proporciones	Continuo
2. Yeso Reciclado Triturado	El yeso reciclado es un material derivado del procesamiento de residuos de productos de yeso, como placas de drywall o molduras en desuso.	Proporción de adición de yeso reciclado triturado en 2% y 3%	% de aplicación de YR (2% y 3%)	2% - 3%		Continuo
Variable Dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Propiedades del ladrillo artesanal	El ladrillo artesanal es un material de construcción fabricado a partir de arcilla moldeada y cocida.	Absorción.	%	< 22%	NTP 331.017	Continua
		Succión.	Gr/min	< 20gr/min	NTP 331.017	Continua
		Variación Dimensional	%	± 3%	NTP 331.017	Continua
			mm	< 4 mm	NTP 331.017	Continua
		Alabeo				
Capacidad de soporte a fuerzas compresivas	Kg/cm2	> 50 kg/cm2	NTP 399.602	Continua		

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Para, Santos (2018) en su trabajo titulado "Reciclaje de residuos de construcción y demolición (RCD) de tipo cerámico para nuevos materiales de construcción sostenibles" Las políticas de gestión de la Unión Europea se basan en el desarrollo sostenible establecido en el marco Horizon 2020. Estas políticas se enfocan en reformas específicas, como el reciclaje de residuos generados en grandes cantidades. Además, los materiales cerámicos, que están clasificados como "Residuos Industriales No Peligrosos (RINP)". Debido a esta situación, el gobierno español ha promulgado diversas leyes para reducir el impacto ambiental de la industria de la construcción. El Real Decreto 105/2008 es una de estas legislaciones, que establece normas específicas para el tratamiento adecuado de los RCD. Sus objetivos son prevenir el vertido en vertederos y limitar la cantidad de RCD, a la vez que promueve una buena gestión de residuos para transformarlos en recursos y conservar materias primas. En consecuencia, CEDEX ha creado recomendaciones para reutilizar los RCD como materia prima en la fabricación de ladrillos, mortero, concreto y agregados livianos. Sin embargo, no existe un manual que describa cómo reciclar los residuos en compuestos de yeso. Por esta razón, el objetivo de esta tesis doctoral es



investigar aplicaciones potenciales y evaluar la viabilidad de emplear escombros cerámicos (chamota) de proyectos de construcción y demolición en una matriz de yeso. El diseño experimental se desarrolla en tres fases para demostrar la viabilidad de añadir diferentes tipos de residuos cerámicos (RC) a una matriz de yeso. Durante la primera fase, estos RC son analizados y añadidos en diferentes granulometrías y porcentajes. Se seleccionaron aquellos que produjeron los mejores resultados. La segunda fase ha mejorado el material, y la tercera fase ha examinado a fondo la aplicación en el acabado interior. Los resultados del experimento muestran cómo estas sustancias mejoran la dureza superficial, adherencia, absorción de agua por capilaridad y propiedades mecánicas. Gracias a estos factores, se ha logrado el objetivo principal de esta tesis doctoral. Para reducir los residuos cerámicos en un futuro cercano, se han utilizado materiales reciclados en lugar de yeso.

Seguidamente, Naciri *et al.* (2022) En este trabajo se investiga "Mortero de yeso-cal ecológico con incorporación de ladrillo de desecho reciclado" Este estudio desarrolló un mortero ecológico utilizando aglutinantes convencionales de yeso y cal, que ejercen un menor impacto ambiental, para disminuir el uso de cemento y, en consecuencia, los impactos adversos de su fabricación en el medio ambiente. Además, se utilizaron ladrillos de desecho reutilizados como sustituto de la arena para promover el reciclaje de escombros de construcción y demolición y mitigar el agotamiento de los recursos naturales de arena. Este artículo analizó los efectos de diferentes cantidades de cal, yeso y polvo de ladrillo sobre las propiedades del mortero. Se produjeron ocho morteros distintos, algunos incorporando polvo de ladrillo y otros excluyéndolo. Los aglutinantes empleados fueron yeso y cal, siendo algunos yeso-cal. En los morteros de yeso-cal se sustituyó la arena por polvo de ladrillo en proporciones de 66% y 33%, respectivamente. Además, se incluyó un mortero de cemento con fines comparativos. Los investigadores descubrieron que los morteros de yeso y cal con un elevado contenido de yeso exhibían resistencias superiores de adherencia, flexión y compresión en seco, pero con una estructura más porosa y una menor resistencia a la saturación. La utilización de polvo de ladrillo como sustituto de la

arena en morteros a base de yeso puede mejorar la tasa de absorción capilar. Esto conduce a morteros más delgados que exhiben una fuerza de unión notablemente mayor que el mortero de cemento. La resistencia mecánica, especialmente la resistencia saturada, mejoró en relación con el mortero que carecía de polvo de ladrillo. El avance de las fases suplementarias de CASH/CSH explica esta mejora. Una alternativa potencialmente sostenible al mortero tradicional podría formularse con un 66 % de yeso como aglutinante y un 66 % de polvo de ladrillo como agregado.

### **2.1.2 Antecedente nacional**

Para, Morales (2023) en su trabajo titulado "Evaluación de la Adición de Yeso Reciclado en la Fabricación de Ladrillos para la Construcción en el Distrito de Taraco, Junín", En este artículo se detallan resultados experimentales con el propósito de determinar el desempeño mecánico de ladrillos que contienen materiales reciclados producidos a partir yeso reciclado. El yeso reciclado fue un componente clave en la mezcla para la elaboración de ladrillos. Este material se evaluó según varios parámetros, incluidos la densidad de partículas, la absorción de agua, el índice de forma, los huecos, la resistencia al aplastamiento y la resistencia a la fragmentación. Se aplicaron diferentes porcentajes de yeso reciclado (YR) en volúmenes absolutos de 0%, 10%, 30%, 50% y 75% para reemplazar los materiales convencionales en la fabricación de los ladrillos. Todas las mezclas de ladrillos presentaron una trabajabilidad consistente y una distribución uniforme del tamaño de partículas. Los ladrillos curados fueron probados en términos de densidad, Capacidad de soporte a fuerzas compresivas, flexión y absorción de agua. Los resultados mostraron que es posible reemplazar parcialmente los materiales convencionales con yeso reciclado en la fabricación de ladrillos, pero se observó que el desempeño mecánico de los ladrillos disminuye a medida que aumenta el porcentaje de yeso reciclado, lo que indica que un uso excesivo de yeso reciclado podría afectar negativamente la resistencia del material.

Para, Huamán (2019), su investigación titulada “Diseño de Ladrillo Artesanal con Vidrio Triturado y Puzolana para Mejorar sus Propiedades Físico - Mecánicas” Esta tesis examina la pregunta central: ¿Hasta qué punto se pueden mejorar las cualidades físicas y mecánicas del ladrillo hecho a mano con la incorporación de vidrio triturado y puzolana? El objetivo principal se articuló: Evaluar el grado en que la inclusión de vidrio triturado y puzolana mejora las características físicas y mecánicas de los ladrillos hechos a mano; Se formuló una hipótesis exhaustiva. La adición de vidrio triturado y puzolana mejora significativamente las características físicas y mecánicas del diseño de ladrillo hecho a mano. La investigación fue aplicada y tecnológica, distinguiéndose por un nivel explicativo-experimental.

Para, Torres (2024) en su investigación titulada “Fabricación de ladrillos ecológicos con residuos de construcción y demolición para su empleo en la mampostería ordinaria” El objetivo de esta iniciativa es reutilizar los residuos de construcción y demolición (RCD) generados en la industria de la construcción y vertidos en diferentes ubicaciones a lo largo del río Shullcas en Huancayo, Junín. Se evaluarán las variaciones dimensionales, la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas y la absorción, considerando las normas de fabricación de ladrillos. Se utilizaron las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y hojas de observación para realizar el seguimiento de los experimentos. Según los resultados, las resistencias promedio a la compresión de los Diseños 1 y 3 fueron de 90.91 y 49.76 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; estos valores no cumplieron con los límites mínimos requeridos por la Norma E 0.70 para ladrillos tipo IV. Sin embargo, con una resistencia promedio de 155.98 kg/cm<sup>2</sup>, el Diseño 2 superó los requisitos normativos para ladrillos tipo IV. Esto sugiere que el cumplimiento de la norma E 0.70 podría lograrse mediante la optimización y estandarización del proceso de producción. En comparación con los ladrillos de arcilla convencionales, que tienen tasas de absorción entre el 17% y el 20%, los ladrillos 1 y 3 presentan tasas de absorción moderadas, compatibles con los criterios de absorción para ladrillos de arcilla tipo IV (22%). El Diseño 2 exhibe una absorción del 2.9 al 4.2% en



comparación con los otros dos diseños, lo que, según la NTP 399.613, los clasifica como Bloques No Cargables. El RCD clasificado se utilizaría en función de sus propiedades para maximizar los valores de resistencia y absorción, cumpliendo con las normas NTP. En esta tesis, el material utilizado es cerámico triturado.

### **2.1.3 Antecedente de ámbito local.**

Para Cruz y Perlacios (2021), su investigación titulada "Análisis comparativo de la mezcla de yeso - eps y arcilla – eps para mejorar el comportamiento térmico en vivienda- Puno 2021", Este estudio cuantitativo evaluó la eficacia de las combinaciones Yeso – EPS, Arcilla – EPS y Yeso – Arcilla – EPS, junto con láminas de poliéster translúcidas, para mejorar las condiciones térmicas y el aislamiento en residencias de ladrillo para mitigar el frío que experimenta la comunidad Condormilla Bajo – Ayaviri – Puno. habitantes de la comunidad. El presente estudio abarcó 10 residencias de ladrillo preexistentes en la zona, de las cuales nueve fueron intervenidas. Los sujetos fueron categorizados en tres grupos según el tipo de mezcla utilizada, mientras que una residencia permaneció inalterada para servir como hogar de control. Se suministró una dosis proporcional de 5%, 7% y 9% de EPS a cada mezcla para evaluar qué porcentaje alcanzó el rendimiento térmico óptimo. El examen de las viviendas reveló que la hora crucial en el barrio son las cinco de la mañana, como se desprende de los gráficos comparativos. Las composiciones con un 9% de EPS han mejorado el rendimiento térmico.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Ladrillo artesanal**

El ladrillo artesanal es un material de construcción fabricado principalmente de manera manual, utilizando arcilla como materia prima básica. Este tipo de ladrillo se caracteriza por ser producido con métodos tradicionales, que incluyen el moldeo a mano o en moldes de madera, el secado al aire libre y la cocción en hornos rudimentarios. Este



proceso, aunque más simple en comparación con las técnicas industriales, permite la elaboración de ladrillos en regiones rurales o comunidades donde la construcción artesanal es una actividad económica clave. La gente usa mucho los ladrillos hechos a mano para construir casas, muros y otras infraestructuras baratas porque son fáciles de hacer y se pueden encontrar cerca. (Acuña, 2019)

Desde un punto de vista técnico, los ladrillos hechos a mano tienen diferentes propiedades mecánicas y físicas dependiendo del tipo de arcilla utilizada, el método de cocción y las condiciones climáticas durante el secado. Una de las cosas más importantes sobre ellos es su Capacidad de soporte a fuerzas compresivas, que indica qué tan bien pueden soportar cargas en los edificios. Pero esta resistencia puede no ser tan fuerte como la de los ladrillos industriales porque la composición y la cocción no son las mismas. Los ladrillos hechos a mano también tienden a absorber mucha agua, lo que puede hacer que sean menos duraderos en lugares húmedos o cuando están expuestos a la lluvia durante mucho tiempo (Depaz, 2022).

Hacer ladrillos a mano es muy importante para muchas comunidades rurales porque dependen de ello para su sustento económico. Pero también tiene grandes problemas, como la degradación de los suelos agrícolas por la extracción de arcilla y la contaminación del medio ambiente por las emisiones de los hornos tradicionales. De esta manera, el uso de materiales reciclados como cerámica triturada y yeso reciclado es una nueva forma de mejorar las propiedades de los ladrillos hechos a mano y hacerlos menos perjudiciales para el medio ambiente sin cambiar demasiado la forma en que se fabrican. (Acuña, 2019)

En resumen, los ladrillos hechos a mano son un material de construcción importante en muchas partes del mundo, incluido el distrito de Taraco, donde son baratos. Fabricar y utilizarlo es importante para la economía local, pero necesita mejoras técnicas y duraderas para hacerlo mejor, tener menos impacto en el medio ambiente y satisfacer las necesidades de la construcción moderna (Diaz, 2018).

### 2.2.1.1 Definición del ladrillo artesanal

El ladrillo hecho a mano es un material de construcción que se fabrica principalmente a mano utilizando métodos tradicionales que no emplean muchas máquinas. El material principal para este tipo de ladrillo es la arcilla, que se extrae del suelo cercano, se moldea en moldes simples, generalmente de madera, se deja secar al aire y luego se hornea en hornos rústicos. Se fabrica en áreas rurales o periurbanas, donde todavía se utilizan métodos de construcción tradicionales porque son baratos, fáciles de conseguir los materiales y no requieren mucho conocimiento técnico. (Acuña, 2019)

Los ladrillos hechos a mano son diferentes de los ladrillos industriales porque están hechos a mano y no tienen estándares de calidad estrictos. El tipo de arcilla, la proporción de agua y arcilla en la mezcla, el método de secado y las condiciones del horno durante la cocción afectan la composición y las propiedades de los ladrillos hechos a mano. Estas diferencias pueden cambiar sus propiedades mecánicas, como la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas y la durabilidad, lo que las hace menos uniformes que los ladrillos fabricados en fábricas (Holguino et al., 2018).

Este material se utiliza a menudo para construir viviendas, paredes que separan habitaciones y otros edificios económicos, principalmente en áreas rurales o de bajos ingresos. Es un recurso clave para satisfacer las necesidades de vivienda de estas comunidades porque es barato y fácil de hacer. Los ladrillos hechos a mano, por otro lado, tienen algunas desventajas, como la capacidad de absorber mucha agua y no ser tan fuertes mecánicamente, lo que puede hacerlos menos duraderos y menos efectivos en algunas condiciones climáticas. (Acuña, 2019)

Actualmente, el uso de materiales reciclados como cerámica triturada y yeso reciclado para fabricar ladrillos hechos a mano se ha convertido en una forma de mejorar sus propiedades y reducir su impacto en el medio ambiente. Este enfoque no solo permite optimizar el rendimiento del ladrillo, sino que también fomenta prácticas constructivas más sostenibles al reutilizar residuos sólidos en su composición. (Guerrero, 2019)

En resumen, el ladrillo artesanal es un material tradicional y esencial en muchas comunidades, cuya producción y uso están profundamente vinculados a aspectos económicos, sociales y culturales. Sin embargo, su calidad puede ser mejorada mediante la incorporación de innovaciones tecnológicas y sostenibles que permitan adaptarlo a las demandas actuales de la construcción. (Acuña, 2019)

### **2.2.1.2 Proceso de fabricación del ladrillo artesanal**

Es una práctica tradicional que sigue etapas bien definidas, llevadas a cabo con métodos manuales o con una mecanización mínima. Este procedimiento, común en comunidades rurales y periurbanas, aprovecha materiales locales, principalmente arcilla, y combina técnicas ancestrales con un enfoque empírico.

#### **1. Preparación de la arcilla**

Obtener arcilla, que generalmente se extrae de depósitos locales, es el primer paso para hacer ladrillos a mano. Esta materia prima se limpia y se mezcla con agua para hacerla moldeable, lo que significa que tiene una textura parecida al plástico. Algunas personas añaden materiales adicionales, como arena, para evitar que el material se agriete al secarse. La resistencia y durabilidad del ladrillo dependen de la calidad de la arcilla y de la cantidad de agua que tenga (Acuña, 2019)

#### **2. Moldeo**

Los ladrillos se moldean después de que la mezcla está lista. Para dar forma a los ladrillos, se utilizan moldes simples, que generalmente están hechos de madera. La mezcla se coloca en el molde, se presiona a mano y se retira el material extra. Esto produce piezas del tamaño adecuado. Este método te da mucha libertad en la producción, pero también produce ladrillos de diferentes tamaños y formas, lo que puede hacer que sean menos uniformes (Depaz, 2021).

#### **3. Secado al aire**

Una vez que están moldeados, los ladrillos se dejan afuera para secar. Dependiendo del clima, esta etapa puede durar unos días. El agua en los ladrillos se evapora lentamente durante este tiempo, lo que hace que sean menos propensos a romperse cuando se cuecen. Necesitas proteger los ladrillos de la lluvia y la humedad excesivas porque estas cosas pueden debilitarlos. (Acuña, 2019)

#### **4. Cocción en hornos rudimentarios**

El último paso es colocar los ladrillos en hornos tradicionales, que generalmente están hechos de arcilla o ladrillos viejos. Este método utiliza combustibles locales como leña, carbón o residuos agrícolas. Estos pueden cambiar la temperatura y la calidad del producto terminado. La cocción hace que los ladrillos sean más duros y fuertes, pero la calidad de los ladrillos puede cambiar porque las temperaturas en estos hornos no siempre son las mismas. (Huamán Y Yesica, 2019)

#### **5. Limitaciones y posibilidades de mejora**

El proceso artesanal es barato y funciona bien en la zona, pero tiene algunos problemas. Por ejemplo, los ladrillos no son todos del mismo tamaño y forma, y el uso de hornos simples y la extracción de arcilla del suelo dañan el medio ambiente. Agregar materiales reciclados como cerámica triturada y yeso al proceso puede hacer que los ladrillos sean más fuertes y usar menos recursos naturales, lo cual es mejor para el medio ambiente.

En resumen, el proceso artesanal de fabricación de ladrillos es una forma tradicional de hacer ladrillos que utiliza tanto herramientas manuales como materiales encontrados en la zona. Es fácil de conseguir y barato, y permite a las personas ser creativas al usar materiales antiguos y encontrar mejores maneras de hacer cosas que son buenas para el medio ambiente y satisfacen las necesidades de la construcción moderna (Huamán y Yesica, 2019).

### 2.2.1.3 Propiedades del ladrillo artesanal

La gente hace cosas con ladrillos hechos a mano porque son baratos y fáciles de encontrar. Sin embargo, sus propiedades físicas y mecánicas varían significativamente dependiendo de la calidad de los materiales utilizados, las condiciones de fabricación y los procesos de cocción empleados. Estas características son importantes para determinar si es bueno para la construcción porque afectan su rendimiento estructural y su durabilidad (Huamán y Yesica, 2019).

#### 1. Capacidad de soporte a fuerzas compresivas

Una de las cosas más importantes que hay que saber sobre los ladrillos hechos a mano es cuán fuertes son cuando se presionan juntos. Esto te indica qué tan bien puede soportar cargas que son paralelas a su eje. En general, los ladrillos hechos a mano exhiben una resistencia moderada que puede variar debido a la heterogeneidad en la composición de la arcilla y la temperatura alcanzada durante la cocción. Los ladrillos que no alcanzan la misma temperatura en todo su interior tienden a ser más frágiles, lo que los hace menos útiles en edificios que requieren mucha resistencia mecánica (Huiza y Mitma, 2022).

#### 2. Absorción de agua

Los ladrillos hechos a mano suelen tener una alta porosidad debido al método de fabricación manual, lo que resulta en una mayor absorción de agua. Esta propiedad puede hacer que el material sea menos duradero en condiciones de alta humedad o cuando se expone a la lluvia durante mucho tiempo, ya que debilita la estructura. Hacer que los ladrillos sean menos absorbentes es una de las mejores cosas que puedes hacer para mejorarlos. Agregar materiales reciclados que hagan los ladrillos menos porosos, como cerámica triturada, es una forma de lograrlo (Huamán y Yesica, 2019).

#### 3. Durabilidad

La durabilidad del ladrillo artesanal está relacionada con su capacidad para resistir condiciones climáticas adversas, como ciclos de congelación y descongelación, humedad o exposición a agentes químicos. Los ladrillos fabricados con procesos tradicionales pueden ser menos duraderos en comparación con los ladrillos industriales debido a su

composición variable y cocción desigual. Sin embargo, la adición de materiales reciclados como el yeso triturado puede mejorar la cohesión interna del ladrillo, incrementando su resistencia frente a estas condiciones. (Huamán y Yesica, 2019)

#### **4. Uniformidad dimensional**

Los ladrillos artesanales presentan variaciones en sus dimensiones debido al proceso de moldeo manual y la falta de control en el secado y cocción. Estas inconsistencias pueden dificultar la alineación durante la construcción y afectar la calidad final de la obra. La optimización del proceso de fabricación y el uso de aditivos pueden ayudar a mejorar la uniformidad de los ladrillos (Fernandez y Namuch, 2023).

#### **5. Conductividad térmica**

Los ladrillos artesanales tienen una conductividad térmica moderada, lo que los convierte en un material adecuado para regiones donde se busca mantener una temperatura estable en interiores. Sin embargo, esta propiedad puede ser mejorada incorporando materiales reciclados que actúen como aislantes térmicos, contribuyendo a un mejor desempeño energético de las construcciones. (Huamán y Yesica, 2019)

En resumen, el ladrillo artesanal posee características básicas que lo hacen funcional para construcciones tradicionales, pero también presenta limitaciones que pueden ser optimizadas mediante la incorporación de innovaciones, como el uso de cerámico triturado y yeso reciclado. Estas mejoras no solo incrementan sus propiedades mecánicas y físicas, sino que también contribuyen a la sostenibilidad ambiental en su producción.

#### **2.2.2 Materiales reciclados en la construcción**

Los materiales reciclados en la construcción son aquellos desechos generados en diversos procesos industriales o domésticos que, tras ser tratados y procesados, se reutilizan como componentes en nuevos proyectos constructivos. Estos materiales representan una alternativa sostenible para reducir la dependencia de recursos naturales, disminuir la acumulación de residuos sólidos y promover prácticas de economía circular en

la industria. Su integración en la construcción no solo responde a necesidades técnicas, sino también a objetivos ambientales y económicos. (Huamán y Yesica, 2019)

### **1. Definición y tipos de materiales reciclados**

Los materiales reciclados incluyen una amplia variedad de desechos reutilizables, como concreto demolido, residuos cerámicos, yeso reciclado, plásticos, caucho triturado, vidrio molido y metales. Estos materiales, una vez procesados, se incorporan en diferentes aplicaciones constructivas, como agregados para concreto, mezclas asfálticas, ladrillos o elementos prefabricados. Por ejemplo, el cerámico triturado y el yeso reciclado son utilizados como aditivos en la fabricación de ladrillos, mejorando sus propiedades mecánicas y térmicas. (Huamán y Yesica, 2019)

### **2. Ventajas de los materiales reciclados**

- El uso de materiales reciclados en la construcción ofrece múltiples beneficios:
- Ambientales: Reduce la acumulación de residuos en vertederos y la explotación de recursos naturales, disminuyendo el impacto ambiental.
- Económicos: Abarata costos al reemplazar materias primas vírgenes y disminuye los gastos asociados con la disposición de residuos.
- Técnicos: Algunos materiales reciclados, como el cerámico triturado, pueden mejorar las propiedades mecánicas de productos constructivos, como la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas y la durabilidad.

### **3. Retos y desafíos en su implementación**

A pesar de sus beneficios, la incorporación de materiales reciclados en la construcción enfrenta retos técnicos y culturales. Uno de los mayores problemas es asegurarse de que los materiales reciclados sean seguros y de calidad suficiente para ser utilizados en estructuras. Además, la industria de la construcción no quiere cambiar, y las reglas no son claras, lo que dificulta que muchas personas las utilicen. Para superar estos problemas, es importante concienciar a todas las personas involucradas y invertir en tecnologías de reciclaje (Huamán y Yesica, 2019).

#### 4. Aplicaciones en la construcción

En el negocio de la construcción, los materiales reciclados se utilizan de muchas maneras diferentes, como:

- **Concreto:** Utilizar agregados reciclados de hormigón triturado y vidrio molido en lugar de agregados naturales.
- **Ladrillos:** Añadir materiales de desecho como cerámica triturada y yeso reciclado para hacer los ladrillos más fuertes y mejores para retener el calor.
- **Pavimentos:** Añadir plásticos y goma triturada a las mezclas de asfalto las hace durar más y doblarse más fácilmente.

En conclusión, usar materiales reciclados en la construcción es una excelente manera de promover prácticas más ecológicas, reducir el impacto en el medio ambiente y hacer el mejor uso de los recursos que ya están disponibles. Usarlos en la construcción, como hacer ladrillos a mano, no solo mejora el producto final, sino que también hace que la industria sea más responsable y consciente.

##### 2.2.2.1 Concepto de materiales reciclados

Los materiales reciclados son cosas que fueron desechadas pero que fueron recuperadas y modificadas de alguna manera para que puedan ser reutilizadas de diversas formas, como en la construcción. Estos materiales provienen de una variedad de fuentes, como los desechos de demolición y construcción, los subproductos industriales o los desechos domésticos. Son una forma sostenible de reducir el daño ambiental causado por el exceso de residuos sólidos y el uso excesivo de recursos naturales. (Huamán y Yesica, 2019)

El proceso de reciclaje de materiales comienza con la recolección y clasificación de residuos, luego se procesa para convertirlo en insumos útiles. Por ejemplo, el concreto triturado puede usarse como agregado para nuevas mezclas, y la cerámica triturada y el yeso reciclado pueden usarse para hacer ladrillos, lo que los hace más fuertes y reduce la necesidad de nueva arcilla. Este método no solo fomenta el uso inteligente de los recursos,

sino que también apoya una economía circular en la que los desechos se convierten en materias primas en lugar de ser desechados. (Huamán y Yesica, 2019)

Usar materiales reciclados es una de las mejores maneras de reducir la contaminación y la basura que termina en los vertederos. Cuando estos materiales se reincorporan al proceso de producción, las emisiones de gases de efecto invernadero que provienen de la obtención y el procesamiento de recursos naturales disminuyen. Además, su uso ayuda a proteger los ecosistemas y a gestionar mejor los desechos, lo cual está en línea con los principios de la sostenibilidad global (Arauz y Aguilar, 2022).

Se ha demostrado que los materiales reciclados son una buena opción para la industria de la construcción porque son tanto económicos como fáciles de usar. Su integración permite fabricar productos con nuevas características, como mecánicas más resistentes, menor peso o mejor aislamiento térmico. Asimismo, su costo es típicamente más bajo en comparación con los materiales tradicionales, especialmente en regiones donde los desechos reciclables son abundantes y accesibles.

En conclusión, el concepto de materiales reciclados se centra en transformar los desechos en recursos valiosos a través de procesos de recuperación y reutilización. Esta práctica es buena para el medio ambiente y también abre nuevas oportunidades para la innovación y el crecimiento económico en áreas como la construcción.

#### **2.2.2.2 Cerámico triturado**

La cerámica triturada es un material reciclado hecho a partir de romper residuos cerámicos como azulejos, baldosas de cerámica y piezas sobrantes de productos cerámicos que fueron desechados durante la construcción o demolición. Estos desechos normalmente irían a los vertederos, pero se trituran en partículas de diferentes tamaños que pueden ser utilizadas como agregados o aditivos en la construcción. Este material representa una alternativa sostenible en la construcción, contribuyendo a la economía circular y a la adecuada gestión de residuos sólidos (Huamán y Yesica, 2019).



Una de las mejores cosas de la cerámica triturada es que está hecha de arcillas que han sido cocidas a muy altas temperaturas. Esto lo hace muy fuerte y químicamente estable. Estas cualidades lo convierten en una buena opción para materiales de construcción como ladrillos, mezclas de concreto y morteros, donde puede hacer que las cosas sean más fuertes y duren más. Además, su capacidad para hacer que las mezclas sean menos porosas significa que absorben menos agua, lo que hace que los productos fabricados con este material reciclado duren más (Ale, 2024).

Es muy bueno para el medio ambiente usar cerámica triturada en la construcción. Reciclar los desechos de cerámica evita que se acumulen en los vertederos y dañen los ecosistemas circundantes (Huamán y Yesica, 2019).

Los fabricantes de materiales de construcción pueden ahorrar dinero utilizando cerámica triturada. Normalmente cuesta menos que los materiales regulares porque está hecho de cosas que ya se han utilizado antes. Además, su uso puede reducir los costos de eliminación de residuos y ayudar a crear cadenas de valor para la recolección, procesamiento y venta de residuos cerámicos.

La industria de la construcción ha encontrado muy útil la cerámica triturada, especialmente para hacer ladrillos. Este material no solo hace que las mezclas sean más fuertes y mejores para absorber agua, sino que también mejora los procesos de producción al usar menos arcilla. Esto significa que los suelos agrícolas están menos dañados (Guelberth y Chiras, 2023).

En conclusión, la cerámica triturada es un material reciclado que se puede utilizar de muchas maneras en la construcción y es bueno para el medio ambiente. No solo mejora los materiales, sino que también ayuda a deshacerse de los residuos sólidos y hace que la construcción sea menos perjudicial para el medio ambiente.

### **2.2.2.3 Yeso reciclado triturado**

El yeso reciclado triturado se hace a partir de productos de yeso viejos como paneles de yeso, molduras y otros materiales de construcción. Después de ser



recolectados, limpiados y triturados, estos desechos se convierten en partículas de yeso que pueden ser reutilizadas en una variedad de proyectos de construcción, como la fabricación de ladrillos, morteros y recubrimientos. Este material reciclado es una solución a largo plazo. (Poémape y Patricia, 2017)

Desde un punto de vista técnico, el yeso reciclado triturado aún tiene las mismas propiedades importantes que el yeso original, como su resistencia, textura fina y capacidad para mezclarse con otros materiales. Pero el proceso de reciclaje puede cambiar algunas de sus propiedades físicas, como el tamaño de las partículas y la cantidad de agua que retienen, dependiendo de cómo se trituran y tratan. En la construcción, se añade yeso reciclado triturado a las mezclas para hacerlas más cohesivas, menos porosas y más estables en tamaño. Esto se hace para fabricar cosas como ladrillos (Poémape y Patricia, 2017).

Usar yeso reciclado triturado es bueno para el medio ambiente de muchas maneras. Al reciclar los desechos de yeso, se reduce significativamente la cantidad de residuos que terminan en vertederos, donde el yeso puede generar compuestos tóxicos, como el sulfuro de hidrógeno, bajo ciertas condiciones. Además, reutilizarlo significa que se tiene que extraer menos yeso natural, lo que protege los recursos minerales y reduce el daño ambiental que conlleva su extracción (Jia et al., 2024).

El yeso reciclado triturado es una opción rentable porque utiliza desechos que de otro modo tendrían que ser desechados. Agregarlo a los procesos de producción como la fabricación de ladrillos puede reducir el costo de las materias primas, mejorar la calidad del producto terminado y fomentar prácticas de construcción más ecológicas. Además, su disponibilidad en muchas áreas facilita su uso, lo que reduce los costos logísticos (Poémape y Patricia, 2017).

Se ha demostrado que el yeso reciclado triturado es una adición útil a los ladrillos hechos a mano porque mejora propiedades como la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas y la durabilidad. Cuando se mezcla con otros materiales reciclados, como

cerámica triturada, se pueden fabricar ladrillos con mejores propiedades mecánicas y menor absorción de agua para adaptarse a las necesidades de los edificios modernos.

#### **2.2.2.4 Propiedades físicas y químicas del yeso reciclado**

El yeso reciclado conserva muchas de las mismas propiedades físicas y químicas que el yeso natural, pero estas propiedades pueden ser un poco diferentes dependiendo de la procedencia de los residuos y de cómo se reciclen. Estas características lo convierten en un material flexible que puede utilizarse para muchos proyectos de construcción, como la fabricación de ladrillos y morteros. (Poémape y Patricia, 2017)

#### **Propiedades Físicas**

##### **Granulometría**

El yeso reciclado triturado tiene una distribución de tamaño de partículas fina, y las partículas suelen ser del mismo tamaño después de ser trituradas. Esta propiedad facilita la mezcla con otros materiales y su uso en productos de construcción como ladrillos o recubrimientos. Puedes cambiar la distribución del tamaño de las partículas para adaptarla a las necesidades de la aplicación (Chettri et al., 2025).

##### **Textura y color**

El yeso reciclado se siente suave y polvoriento, al igual que el yeso original. Dependiendo de las impurezas y de cómo fue tratado durante el reciclaje, su color puede variar desde blanco hasta gris claro. (Poémape y Patricia, 2017)

##### **Densidad**

El yeso reciclado tiene una densidad moderada que es similar a la del yeso natural. Esto significa que su peso no cambia el volumen de las mezclas a las que se añade.

##### **Higroscopicidad**

El yeso reciclado tiene la capacidad de absorber y liberar humedad del ambiente, lo que puede influir en el comportamiento del material en aplicaciones constructivas. Esta propiedad puede ser útil en productos que requieran cierto grado de regulación de la humedad interna.

### **Solubilidad**

Aunque el yeso reciclado es parcialmente soluble en agua, la solubilidad es lo suficientemente baja como para mantener su estabilidad en condiciones de uso normales, especialmente cuando está combinado con otros materiales.(Poémape y Patricia, 2017)

### **Propiedades Químicas**

El yeso reciclado está compuesto principalmente por sulfato de calcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), el mismo componente principal del yeso natural. Sin embargo, puede contener pequeñas cantidades de impurezas o aditivos residuales provenientes de su uso anterior, como polímeros o agentes de revestimiento.

### **Reacción con agua**

El yeso reciclado conserva la capacidad de reaccionar con agua para formar una pasta que fragua y endurece, recuperando su estructura sólida. Este comportamiento lo hace adecuado para su uso en mezclas constructivas y como aglutinante.(Poémape y Patricia, 2017)

### **Estabilidad química**

Es un material químicamente estable bajo condiciones normales de uso. Sin embargo, su exposición prolongada a ambientes extremadamente húmedos o con presencia de ácidos fuertes puede degradarlo parcialmente.

### **Compatibilidad con otros materiales**

El yeso reciclado es químicamente compatible con diversos materiales utilizados en la construcción, como arcillas, cementos y aditivos. Esta compatibilidad permite que se incorpore fácilmente en mezclas sin generar reacciones adversas que afecten la calidad del producto final.

### **Conclusión**

El yeso reciclado es un buen material de construcción debido a sus propiedades físicas y químicas. Su tamaño de partícula fino, textura suave y estabilidad química lo hacen ideal para que las mezclas se adhieran mejor y sean menos porosas. Su composición y capacidad para endurecerse también lo hacen ideal para fabricar ladrillos



artesanales. El yeso reciclado es una opción buena y responsable debido a estas características y al hecho de que dura mucho tiempo.(Poémape y Patricia, 2017)

### **2.2.2.5 Aplicaciones del yeso reciclado en materiales constructivos**

El yeso reciclado es ahora un material útil y duradero para muchos proyectos de construcción. No solo reutilizar los residuos de yeso ayuda al medio ambiente, sino que también mejora los materiales de construcción tradicionales. Aquí están algunos de los principales usos del yeso reciclado en la industria de la construcción:

#### **1. Fabricación de ladrillos**

En la fabricación de ladrillos, especialmente a mano, se utiliza yeso reciclado triturado como aditivo. Este material hace que las mezclas se adhieran mejor, las hace menos porosas y las fortalece cuando se comprimen. Además, el yeso reciclado puede ayudar a que los ladrillos se mantengan secos, lo que hace que duren más en diferentes condiciones climáticas. Agregarlo también reduce la cantidad de arcilla necesaria, haciendo el proceso más sostenible y menos dependiente de los recursos naturales.(Poémape y Patricia, 2017)

#### **2. Producción de morteros y revoques**

El yeso reciclado se utiliza en la fabricación de morteros para que las mezclas sean más fáciles de trabajar y se adhieran mejor. Su textura fina facilita la aplicación uniforme, y su capacidad para endurecerse proporciona un acabado fuerte y duradero. Los yesos hechos de yeso reciclado tienen una buena calidad de superficie y se pueden usar en interiores (He et al., 2025).

#### **3. Fabricación de paneles y placas prefabricadas**

Puedes hacer tableros de yeso, como los que se usan en los sistemas de paneles de yeso, a partir de yeso reciclado. Este material conserva las características importantes de los tableros de yeso convencionales, como ser livianos, a prueba de fuego y fáciles de instalar. Su reutilización de esta manera ayuda a finalizar el ciclo de vida de los productos de yeso y apoya la economía circular.(Ullauri et al., 2022)

#### **4. Aditivo en mezclas de cemento y concreto**

El yeso reciclado también se emplea como un aditivo en mezclas de cemento y concreto. En pequeñas proporciones, puede mejorar la estabilidad de las mezclas y reducir la conflexión durante el secado. Esta aplicación es especialmente útil en proyectos que requieren un control preciso de las propiedades del material, como en elementos prefabricados o estructuras de alta resistencia.(Ullauri et al., 2022)

#### **5. Suelos estabilizados**

En proyectos de construcción vial o de infraestructura, el yeso reciclado puede utilizarse para estabilizar suelos, mejorando su cohesión y reduciendo la permeabilidad. Esta aplicación es particularmente útil en terrenos arcillosos o con baja capacidad de carga.

#### **6. Aislantes acústicos y térmicos**

El yeso reciclado triturado, cuando se mezcla con otros materiales reciclados, como fibras o polímeros, puede formar paneles o bloques con propiedades mejoradas de aislamiento acústico y térmico. Estas soluciones son ideales para edificaciones donde se busca mejorar la eficiencia energética y reducir la transmisión de ruido.(Ullauri et al., 2022)

#### **Conclusión**

El yeso reciclado tiene múltiples aplicaciones en el sector de la construcción, desde la fabricación de ladrillos y morteros hasta el desarrollo de elementos prefabricados y aislantes. Estas aplicaciones destacan al yeso reciclado como una solución innovadora y responsable en la industria constructiva.

##### **2.2.3 Incorporación de materiales reciclados en ladrillos**

Usar materiales reciclados en la fabricación de ladrillos es una forma sostenible de mejorar el producto y reducir el daño ambiental que conlleva la producción tradicional. Este método utiliza materiales de desecho como cerámica triturada, yeso reciclado, concreto roto o cenizas y los convierte en partes útiles que pueden reemplazar total o parcialmente las materias primas tradicionales como la arcilla. Usar residuos en la producción ayuda a

la economía circular al reducir la necesidad de recursos naturales y la cantidad de residuos sólidos que se acumulan (Ullauri et al., 2022).

### **1. Mejoras en las propiedades mecánicas**

El uso de materiales reciclados, como la cerámica triturada, en mezclas de ladrillos aumenta la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas al reducir la porosidad y mejorar la cohesión interna de la matriz del material. Asimismo, el yeso reciclado actúa como un aglutinante adicional que refuerza la estructura del ladrillo, aumentando su durabilidad y estabilidad. Estas mejoras permiten que los ladrillos fabricados con materiales reciclados cumplan con estándares técnicos más exigentes, haciéndolos adecuados para aplicaciones en estructuras más robustas.(Ullauri et al., 2022)

### **2. Reducción de la absorción de agua**

La incorporación de materiales reciclados contribuye a disminuir la absorción de agua de los ladrillos al reducir la cantidad de poros abiertos en la matriz.

### **3. Impacto ambiental reducido**

Al reutilizar desechos como cerámico triturado y yeso reciclado. Además, el uso de estos materiales disminuye la exflexión de arcilla, reduciendo la degradación de suelos agrícolas y la deforestación asociada a esta práctica. En términos de emisiones, la integración de materiales reciclados puede reducir la huella de carbono de la fabricación de ladrillos, ya que se requieren menores cantidades de energía para procesarlos en comparación con la exflexión y procesamiento de materias primas vírgenes.(Ullauri et al., 2022)

### **4. Viabilidad económica**

Desde una perspectiva económica, la incorporación de materiales reciclados reduce los costos de producción al sustituir parcialmente materias primas más costosas, como la arcilla. También ayuda a crear cadenas de valor en torno a la recolección, procesamiento y venta de residuos reciclables, lo que brinda a las pequeñas empresas y comunidades nuevas formas de ganar dinero.

### **5. Innovación en el diseño de ladrillos**

Usar materiales reciclados permite fabricar ladrillos con ciertas cualidades necesarias para la construcción moderna, como mejor aislamiento acústico y térmico. Por ejemplo, mezclar cerámica triturada con yeso reciclado puede hacer que los ladrillos sean mejores para retener el calor, lo que hace que los edificios usen menos energía.(Ullauri et al., 2022)

Los ladrillos hechos de materiales reciclados no solo son más fuertes y mejores en otros aspectos, sino que también ayudan a la industria de la construcción a ahorrar dinero y ser más ecológica. Este proceso toma basura y la convierte en cosas útiles, lo que fomenta una producción más responsable que sigue las reglas de la economía circular. Usar ideas nuevas como estas para hacer ladrillos a mano, especialmente en el distrito de Taraco, podría ayudar a crear mejores productos y a resolver un gran problema ambiental.(Ullauri et al., 2022)

#### **2.2.4 Ventajas del uso de materiales reciclados en ladrillos**

Esta estrategia tiene muchos beneficios técnicos, económicos, sociales y ambientales, lo que la convierte en una buena opción para mejorar la calidad del producto final y fomentar prácticas de construcción responsables.

##### **1. Mejora en las propiedades técnicas**

Agregar materiales reciclados como cerámica triturada y yeso reciclado a los ladrillos los hace mucho más fuertes y mejores en muchos otros aspectos. Por ejemplo, la cerámica triturada hace que la mezcla sea menos porosa, lo que la hace más fuerte y menos propensa a absorber agua. El yeso reciclado también funciona como un aglutinante, haciendo que el ladrillo sea más estable en tamaño y mejorando su cohesión interna. Estas mejoras técnicas hacen que los ladrillos reciclados sean más duraderos y adecuados para aplicaciones exigentes.(Ullauri et al., 2022)

##### **2. Reducción de costos de producción**

El uso de materiales reciclados permite sustituir parcialmente materias primas convencionales, como la arcilla, cuya extracción y procesamiento son costosos. Al

aprovechar residuos disponibles localmente, se reducen los gastos asociados al transporte y la adquisición de materiales vírgenes. Además, esta práctica fomenta la creación de cadenas de valor en torno al reciclaje, generando beneficios económicos para productores y comunidades.

### **3. Contribución a la sostenibilidad ambiental**

El uso de materiales reciclados en ladrillos disminuye la acumulación de residuos sólidos en vertederos, contribuyendo a la reducción de la contaminación ambiental. Además, al sustituir la arcilla en parte de la mezcla, se disminuye la degradación de suelos agrícolas y la deforestación asociada a su explotación. Esta práctica también ayuda a reducir la huella de carbono de la fabricación de ladrillos, ya que los materiales reciclados suelen requerir menos energía para su procesamiento. (Ullauri et al., 2022)

### **4. Promoción de la economía circular**

La integración de materiales reciclados fomenta la economía circular en la construcción, transformando los residuos en recursos valiosos que pueden ser reintegrados al ciclo productivo. Este enfoque no solo optimiza el uso de recursos, sino que también reduce la dependencia de materias primas no renovables, promoviendo un modelo de desarrollo sostenible (Yetkin y Yaman, 2025).

### **5. Adaptabilidad a nuevas demandas constructivas**

El uso de materiales reciclados permite la fabricación de ladrillos con propiedades específicas que responden a las necesidades de las construcciones modernas. Por ejemplo, los ladrillos reciclados pueden ofrecer mejor aislamiento térmico y acústico, contribuyendo a la eficiencia energética de los edificios. Esta capacidad de adaptación a nuevas exigencias del mercado fortalece la competitividad de los productos reciclados.

### **6. Impacto social positivo**

La fabricación de ladrillos con materiales reciclados genera oportunidades para la creación de empleos en actividades relacionadas con la recolección, procesamiento y comercialización de residuos reciclables. Además, sensibiliza a las comunidades sobre la

importancia del reciclaje y la gestión sostenible de residuos, fomentando una cultura de responsabilidad ambiental.(Ullauri et al., 2022)

Usar materiales reciclados para hacer ladrillos tiene muchos beneficios, desde mejorar el producto técnicamente hasta ayudar al medio ambiente y a la economía. Esta práctica no solo satisface las necesidades de la construcción actual, sino que también apoya un modelo más responsable que se alinea con las ideas del desarrollo sostenible. En lugares como el distrito de Taraco, donde se está utilizando, puede convertir la industria artesanal de fabricación de ladrillos en un modelo de sostenibilidad y nuevas ideas.

### **2.2.5 Impacto del cerámico triturado en las propiedades del ladrillo**

Usar cerámica triturada como material reciclado para hacer ladrillos hechos a mano tiene un gran efecto en su apariencia, su funcionamiento y su sensación. Este material se obtiene del reciclaje de residuos cerámicos y se utiliza para reemplazar parcialmente la arcilla. Esto hace que el ladrillo funcione mejor y sea mejor para el medio ambiente cuando se fabrica. A continuación, se detallan los principales efectos del cerámico triturado en las propiedades del ladrillo:

#### **1. Mejora en la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas**

La incorporación de cerámico triturado incrementa la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas del ladrillo debido a su baja porosidad y alta rigidez. Este material actúa como un refuerzo dentro de la matriz del ladrillo, reduciendo las fisuras y aumentando su capacidad para soportar cargas axiales. Estudios han demostrado que un contenido óptimo de cerámico triturado, en torno al 10-20 %, puede aumentar significativamente la resistencia mecánica en comparación con ladrillos tradicionales, haciéndolos más adecuados para aplicaciones estructurales.(Ullauri et al., 2022)

#### **2. Reducción de la absorción de agua**

El cerámico triturado disminuye la porosidad del ladrillo, reduciendo su capacidad de absorción de agua. Esto mejora la durabilidad del ladrillo al minimizar el riesgo de degradación por ciclos de congelación y descongelación o por exposición prolongada a la

humedad. Los ladrillos con menor absorción de agua son más adecuados para regiones con climas húmedos o lluviosos, aumentando su vida útil y estabilidad estructural.

### **3. Incremento en la durabilidad**

La durabilidad de los ladrillos fabricados con cerámico triturado aumenta debido a la resistencia química y física inherente de este material reciclado. Los desechos cerámicos, cocidos a altas temperaturas en su fabricación original, poseen una alta estabilidad y agentes agresivos, como sales o ácidos débiles (Rainer et al., 2025).

### **4. Sostenibilidad ambiental**

El uso de cerámico triturado en la mezcla reduce la cantidad de arcilla necesaria para la fabricación de ladrillos, disminuyendo así la explotación de suelos agrícolas y la deforestación. También evita que los desechos cerámicos terminen en los vertederos, lo cual es mejor (Ullauri et al., 2022).

### **5. Uniformidad y calidad del producto final**

Agregar cerámica triturada a la mezcla hace que se adhiera mejor y que el ladrillo sea más uniforme, lo que lleva a un mejor producto con mejores acabados. Esto facilita su uso en proyectos de construcción al asegurar que todo se alinee y encaje correctamente. (Ullauri et al., 2022)

El efecto de la cerámica triturada en las propiedades del ladrillo es claramente positivo; hace que el ladrillo sea más fuerte, duradero y capaz de absorber mejor el agua. Además, su integración no solo mejora el producto técnicamente, sino que también ayuda a hacer la fabricación de ladrillos más sostenible ambiental y económicamente. Este método es una buena manera de mejorar los ladrillos artesanales, especialmente en lugares como el distrito de Taraco, donde la gestión de residuos y el aprovechamiento de los recursos locales son grandes problemas (Mohammadi et al., 2022).

#### **2.2.5.1 Impacto del yeso reciclado en las propiedades del ladrillo**

Agregar yeso reciclado triturado al proceso de fabricación de ladrillos hechos a mano tiene un gran efecto en sus propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad. Este

material, que proviene del procesamiento de productos de yeso desechados, es un aditivo que mejora el rendimiento de los ladrillos mientras reduce la necesidad de materias primas tradicionales. Las siguientes son las principales formas en que el yeso reciclado cambia las propiedades de los ladrillos:

### **1. Mejora en la cohesión interna**

El yeso reciclado refuerza la cohesión interna de la mezcla de ladrillos al actuar como un aglutinante adicional. Esto ayuda a distribuir los materiales de manera más uniforme a lo largo de la matriz, lo que reduce el riesgo de grietas y hace que el ladrillo sea más estable. Esta propiedad es muy útil en procesos artesanales donde los métodos de compactación manual pueden hacer que la mezcla sea desigual (Ullauri et al., 2022).

### **2. Incremento en la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas**

La incorporación de yeso reciclado mejora la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas del ladrillo, aumentando su capacidad para soportar cargas axiales. Esto se debe a la contribución del yeso en el endurecimiento de la matriz del ladrillo, que incrementa su rigidez y estabilidad mecánica. En porcentajes controlados, el yeso reciclado puede hacer que los ladrillos sean más resistentes que los fabricados únicamente con arcilla.

### **3. Reducción de la absorción de agua**

El yeso reciclado reduce la porosidad del ladrillo al rellenar microespacios en la mezcla, disminuyendo su capacidad de absorción de agua. Esto es especialmente beneficioso en aplicaciones donde los ladrillos están expuestos a condiciones húmedas o lluviosas, ya que una menor absorción de agua incrementa la durabilidad del material y su resistencia frente a ciclos de congelación y descongelación.

### **4. Mejora de la estabilidad dimensional**

El yeso reciclado ayuda a controlar el comportamiento dimensional del ladrillo durante los procesos de secado y cocción. Su capacidad para regular la confluencia térmica y evitar deformaciones excesivas durante el endurecimiento permite obtener ladrillos con dimensiones más uniformes, mejorando su calidad y facilitando su uso en la construcción.

## 5. Sostenibilidad ambiental

El uso de yeso reciclado en la fabricación de ladrillos contribuye a reducir la acumulación de residuos de yeso en vertederos, evitando su impacto ambiental negativo. Además, al sustituir parcialmente la arcilla, se disminuye la exflexión de suelos agrícolas y la degradación asociada. Este método también reduce la huella de carbono de la fabricación de ladrillos al utilizar un material que requiere menos energía para procesar (Ullauri et al., 2022).

## 6. Beneficios térmicos y acústicos

Agregar yeso reciclado a los ladrillos puede mejorar su capacidad para mantener los edificios cálidos y silenciosos, lo que los hace más eficientes energéticamente. Estas características hacen que el ladrillo sea útil en edificios más modernos que quieren ser eficientes en energía (Ullauri et al., 2022).

El yeso reciclado mejora los ladrillos al hacerlos más fuertes, más duraderos y más estables en tamaño. Además, su uso ayuda al medio ambiente al eliminar los desechos de yeso de manera inteligente y reducir la necesidad de materias primas tradicionales. Este método no solo mejora la calidad técnica de los ladrillos hechos a mano, sino que también hace que su producción sea más económica y ambientalmente sostenible. Esto es especialmente importante en lugares como el distrito de Taraco, donde se necesita un equilibrio entre la innovación y la protección del medio ambiente (Ullauri et al., 2022).

### 2.2.6 Sostenibilidad en la industria de ladrillos

En la industria de los ladrillos, la sostenibilidad significa utilizar métodos que tengan menos impacto en el medio ambiente, hagan el mejor uso de los recursos naturales y mejoren el bienestar social y económico de las comunidades que fabrican los ladrillos. (Falcon, 2018)

#### 1. Uso eficiente de recursos naturales

La fabricación tradicional de ladrillos depende mucho de la extracción de arcilla, que es un recurso limitado que puede ser sobreexplotado y causar la pérdida de tierras agrícolas y la destrucción de los ecosistemas locales. En esta industria, la sostenibilidad significa utilizar materiales reciclados como cerámica triturada y yeso reciclado para reducir la necesidad de arcilla. Esto no solo reduce la necesidad de recursos naturales, sino que también evita que los desechos se acumulen en los vertederos.(Falcon, 2018)

## **2. Reducción del impacto ambiental**

La sostenibilidad en este sector requiere la implementación de tecnologías más limpias, como hornos energéticamente eficientes o el uso de combustibles alternativos. Además, el reciclaje de materiales y la reducción de residuos durante el proceso de fabricación contribuyen a minimizar la contaminación del aire, suelo y agua.

## **3. Promoción de la economía circular**

La sostenibilidad en la industria de ladrillos fomenta la economía circular al transformar residuos sólidos en insumos para la producción. Por ejemplo, el uso de materiales reciclados como el cerámico triturado y el yeso reciclado.(Falcon, 2018)

## **4. Mejora de las condiciones sociales**

La industria de ladrillos artesanales tiene un fuerte componente social, ya que muchas comunidades rurales dependen de su producción como fuente de ingresos. La sostenibilidad en este sector incluye la mejora de las condiciones laborales y la capacitación de los productores en prácticas más eficientes y responsables.

## **5. Innovación y adaptación a las demandas modernas**

La sostenibilidad también significa encontrar nuevas formas de hacer ladrillos que sean eficientes en energía y que puedan usarse en la construcción hoy en día. Por ejemplo, los ladrillos hechos de materiales reciclados pueden proporcionar un mejor aislamiento térmico y acústico, lo cual está en línea con los estándares de construcción sostenible y ayuda a ahorrar energía durante la construcción (Falcon, 2018).

La sostenibilidad en la industria de los ladrillos significa encontrar una manera de fabricar ladrillos que sea buena para el medio ambiente y las personas, mientras sigue

siendo eficiente. Esta industria puede convertirse en un modelo de economía circular que ayude con la construcción sostenible mediante el uso de materiales reciclados, la reducción de emisiones y el mejor aprovechamiento de los recursos. En lugares como el distrito de Taraco, donde la fabricación de ladrillos a mano es un gran negocio, este método podría ser bueno para el medio ambiente y la economía, convirtiéndolo en una buena opción a largo plazo (Cassese et al., 2021).

### **2.2.6.1 Economía circular en la fabricación de ladrillos**

El objetivo de la economía circular en la fabricación de ladrillos es utilizar menos recursos naturales, reutilizar materiales reciclados y generar la menor cantidad de residuos posible durante el ciclo de vida del producto. Este modelo tiene como objetivo cambiar la forma tradicional de hacer ladrillos, que depende en gran medida de la extracción de arcilla y de cocerla con combustibles que contaminan el aire, por un proceso que sea mejor para el medio ambiente y la economía.

#### **1. Reutilización de residuos sólidos**

En la economía circular, los residuos sólidos como cerámica triturada, yeso reciclado y concreto demolido se utilizan para fabricar ladrillos. Estos materiales reemplazan parcialmente la arcilla, lo que ayuda a proteger los recursos naturales y evita que los vertederos se llenen demasiado. Agregar residuos reciclados a los ladrillos no solo los hace más ecológicos, sino que también los hace más fuertes y duraderos. (Falcon, 2018)

#### **2. Optimización de recursos**

La economía circular fomenta el mejor uso de los recursos mediante el diseño de procesos de producción que funcionan bien. Esto incluye reducir el desperdicio durante la extrusión y la preparación de mezclas, utilizar métodos de cocción que ahorren energía y encontrar nuevos usos para los subproductos que surgen durante la fabricación. Estas prácticas no solo reducen costos, sino que también disminuyen el impacto ambiental del proceso.

### 3. Minimización de residuos y emisiones

En la fabricación de ladrillos, la economía circular busca minimizar los residuos generados durante el proceso y las emisiones de gases contaminantes provenientes de la cocción. Esto puede lograrse mediante el uso de hornos de bajas emisiones, combustibles alternativos y el reciclaje de material sobrante, como polvo de arcilla o piezas defectuosas, para reintegrarlos al proceso productivo. Estas medidas reducen significativamente la huella de carbono de la industria de ladrillos (Deng et al., 2023).

### 4. Beneficios económicos

Desde una perspectiva económica, la economía circular en la fabricación de ladrillos reduce los costos de producción al sustituir materias primas vírgenes por materiales reciclados de menor costo. Además, ayuda a construir cadenas de valor para la recolección, procesamiento y venta de residuos reciclables. Esto crea empleos y ayuda a las comunidades locales, especialmente en lugares donde hacer ladrillos a mano es un gran negocio. (Falcon, 2018)

### 5. Innovación en productos sostenibles

La economía circular fomenta nuevas ideas en la fabricación de ladrillos al crear productos más eficientes y duraderos. Por ejemplo, los ladrillos hechos de materiales reciclados pueden proporcionar mejor aislamiento térmico y acústico, cumplir con los estándares de construcción sostenible y ser utilizados en edificios modernos. Esta nueva idea hace que los productores sean más competitivos y les ayuda a cumplir.

La economía circular en la fabricación de ladrillos transforma un proceso que solía consumir muchos recursos en uno que es más sostenible, responsable y rentable. Este método no solo ayuda al medio ambiente al reutilizar materiales reciclados, hacer el mejor uso de los recursos y reducir los desechos, sino que también tiene beneficios económicos y sociales. En lugares como el distrito de Taraco, utilizar ideas de economía circular puede mejorar la industria artesanal de ladrillos, haciendo que la producción sea más eficiente.

### **2.2.6.2 Gestión sostenible de residuos en la construcción**

La gestión sostenible de residuos en la construcción es un conjunto de métodos y estrategias que tienen como objetivo reducir la cantidad de residuos generados, reutilizar materiales y reciclar los residuos generados en diferentes puntos del proceso de construcción. Este método intenta tener el menor impacto posible en el medio ambiente (Falcon, 2018).

#### **1. Reducción de residuos en el origen**

Planificación y diseño de proyectos de construcción. Esto significa utilizar diseños que sean eficientes y fáciles de construir, como la prefabricación y la impresión 3D, para reducir el desperdicio de materiales. No solo reducir los residuos en la fuente ayuda al medio ambiente, sino que también disminuye el costo de deshacerse de ellos.

#### **2. Reutilización de materiales**

La reutilización de materiales es un pilar fundamental de la gestión sostenible. Elementos como madera, metal, vidrio y ladrillos pueden ser recuperados de procesos de demolición o remodelación y reintegrados en nuevas construcciones. En el caso de los residuos de ladrillos, cerámico triturado y yeso reciclado, estos pueden ser incorporados en nuevas mezclas constructivas, como en la fabricación de ladrillos artesanales, mejorando sus propiedades y reduciendo la demanda de materias primas vírgenes (Castillo et al., 2025).

#### **3. Reciclaje de residuos**

El reciclaje transforma los residuos en nuevos materiales útiles, disminuyendo la acumulación de desechos en vertederos y contribuyendo a la conservación de recursos naturales. En la construcción, materiales como el concreto demolido, el cerámico triturado, el yeso reciclado y los plásticos son procesados para su reutilización en diferentes aplicaciones, como agregados en mezclas de concreto, rellenos estructurales o componentes en la fabricación de ladrillos y otros productos constructivos. (Falcon, 2018)

#### **4. Beneficios económicos y sociales**

La gestión de residuos también genera beneficios económicos al reducir los costos de disposición y al fomentar el desarrollo de nuevas cadenas de valor en torno al reciclaje y la reutilización. Además, crea oportunidades de empleo en actividades relacionadas con la recolección, clasificación y procesamiento de residuos. Desde un punto de vista social, concienciar sobre prácticas sostenibles y fomentar que la industria de la construcción adopte hábitos responsables.

## **5. Normativas y políticas**

Para que las personas sigan las reglas y políticas que fomentan la gestión sostenible de residuos, es necesario implementarlas. Esto incluye establecer reglas para el reciclaje de materiales, otorgar recompensas financieras a las empresas que promuevan prácticas sostenibles y enseñar a las personas. (Falcon, 2018)

Una industria más responsable que trabaja hacia objetivos de sostenibilidad se fomenta mediante el uso conjunto de estrategias como la reducción, la reutilización y el reciclaje. En lugares como el distrito de Taraco, estos métodos pueden convertir la gestión de residuos en una fuente de nuevas ideas y crecimiento en la zona, llevando a una forma de construir más eficiente y duradera.

### **2.2.6.3 Beneficios ambientales del uso de materiales reciclados en ladrillos**

Usar materiales reciclados en la fabricación de ladrillos es una opción sostenible que reduce considerablemente el daño ambiental causado por los métodos tradicionales. Este método no solo ayuda a gestionar los recursos de manera más eficiente, sino que también resuelve problemas importantes como la acumulación de residuos sólidos, el uso excesivo de recursos naturales y la liberación de gases nocivos. Los beneficios ambientales más importantes de esta práctica se enumeran a continuación:

#### **1. Reducción de residuos sólidos**

Estos materiales, que de otro modo serían desechados, son reincorporados en el ciclo productivo, contribuyendo a una gestión más sostenible de los desechos. Esto no solo

libera espacio en los vertederos, sino que también evita problemas asociados a la contaminación del suelo y del agua por la descomposición o lixiviación de estos residuos.(Falcon, 2018)

## **2. Conservación de recursos naturales**

Estos materiales, que de otro modo habrían sido desechados, se reincorporan al ciclo de producción, lo que ayuda a una gestión de residuos más ecológica. Esto no solo hace más espacio en los vertederos, sino que también detiene problemas que pueden ocurrir cuando estos desechos se descomponen o se filtran en el suelo y el agua.

## **3. Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero**

La fabricación de ladrillos tradicionales genera emisiones significativas de gases de efecto invernadero debido a la exflexión de materias primas y el consumo de combustibles en los procesos de cocción. La integración de materiales reciclados reduce la energía requerida para procesar materias primas vírgenes y, en consecuencia, disminuye la huella de carbono del producto final.(Montenegro y Elmer, 2016)

## **4. Menor contaminación ambiental**

Los materiales reciclados, como el yeso y el cerámico triturado, pueden encapsularse dentro de la matriz del ladrillo, evitando la liberación de sustancias contaminantes al medio ambiente. Además, el uso de estos materiales reduce la generación de partículas finas y polvo asociados a la exflexión y transporte de arcilla, mejorando la calidad del aire y minimizando el impacto en la salud de las comunidades cercanas.

## **5. Promoción de la economía circular**

Este enfoque reduce la generación de desechos, optimiza el uso de materiales y prolonga el ciclo de vida de los productos, cerrando el ciclo productivo de manera sostenible y eficiente.(Montenegro y Elmer, 2016)

## **6. Incremento de la durabilidad de los ladrillos**

Un producto más duradero requiere menos mantenimiento y reposición, lo que, a largo plazo, contribuye a una menor demanda de recursos y generación de residuos.

Aporta beneficios ambientales significativos al reducir los residuos, conservar recursos, disminuir las emisiones y promover la economía circular. Esta práctica representa un paso clave hacia una construcción más sostenible y responsable, especialmente en comunidades como el distrito de Taraco, donde la producción de ladrillos es una actividad fundamental. Implementar estas estrategias permite avanzar hacia un modelo de desarrollo que equilibre la protección del medio ambiente con las necesidades constructivas y sociales.

### **2.2.7 Norma técnica E 070**

Los ladrillos de arcilla utilizados en la construcción, específicamente para aquellos fabricados en el país. Esta norma establece reglas para las propiedades mecánicas de los ladrillos, especialmente su Capacidad de soporte a fuerzas compresivas, lo cual es muy importante para asegurar que los edificios sean seguros.

#### **Propósito y Alcance**

El objetivo principal de la Norma E 070 es asegurar que los ladrillos de arcilla fabricados y vendidos en Perú cumplan con los estándares de calidad para su uso en la construcción, especialmente en lugares donde los materiales deben ser capaces de soportar cargas estáticas, como paredes, mampostería y otras estructuras que soportan peso. La norma abarca las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos, como su Capacidad de soporte a fuerzas compresivas, lo cual es importante para juzgar cuán seguros y duraderos son.

#### **Los Requisitos Más Importantes**

Valor mínimo de resistencia: La norma dice que los ladrillos deben tener una resistencia mínima a la compresión de 50 kg/cm<sup>2</sup> para ser utilizados en edificios.

Esta resistencia se mide en un entorno controlado al determinar la carga máxima que un ladrillo puede soportar antes de romperse. Esta es una buena manera de determinar qué tan bien puede manejar las fuerzas de compresión que ocurren durante la construcción.

**Los ladrillos tienen estas características:**

Los ladrillos que cumplen con la Norma E 070 deben estar hechos del tipo correcto de arcilla y no tener impurezas que puedan afectar su rendimiento.

Los ladrillos deben tener la misma forma, tamaño y suavidad de superficie para que puedan colocarse fácilmente y la carga se distribuya de manera uniforme.

**Cómo probar:**

La norma describe la prueba de compresión uniaxial como la forma estándar de medir la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas. En esta prueba, los ladrillos se someten a un peso cada vez mayor hasta que se rompen. Esta prueba da un número que muestra cuán fuerte es el ladrillo, en  $\text{kg/cm}^2$ .

Además, las pruebas deben realizarse en ciertas condiciones, como temperatura, humedad y cómo preparar las muestras.

**Clasificación de calidad:**

El estándar E 070 clasifica los ladrillos en grupos según su Capacidad de soporte a fuerzas compresivas. Esto asegura que los ladrillos que cumplen con el estándar puedan ser utilizados en estructuras que necesitan soportar peso. Si no cumplen con el requisito mínimo de resistencia, no pueden ser utilizados para fines estructurales.

**Propiedades adicionales:**

La norma principalmente se centra en la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas, pero también puede considerar otras propiedades físicas como la absorción de agua, la succión (qué tan rápido pueden absorber agua los ladrillos) y la variación dimensional (cómo cambia el tamaño de los ladrillos cuando están mojados o secos). Estas propiedades son importantes para determinar cuánto tiempo durarán los ladrillos y qué tan bien funcionarán en diferentes condiciones climáticas.

Importancia en la Construcción: La Norma Técnica E 070 es muy importante para asegurar que los ladrillos utilizados en la construcción sean seguros, duraderos y capaces de soportar el peso de las estructuras en las que se usarán. Seguir esta norma ayuda a

evitar que los edificios fallen estructuralmente, lo que podría poner en riesgo la seguridad de las personas que viven allí y la estabilidad de los edificios.

La norma también fomenta el uso de materiales de alta calidad en la construcción, lo que ayuda a construir infraestructuras seguras y duraderas en el país. También fomenta la competencia en el negocio de la fabricación de ladrillos porque los productores que siguen la Norma E 070 aseguran que sus productos sean confiables, lo que les ayuda a tener un mejor desempeño en el mercado.

La Norma E 070 cubre todos los ladrillos de arcilla fabricados en Perú para la construcción. Los fabricantes de ladrillos que deseen vender sus productos oficialmente deben obtener una certificación que demuestre que cumplen con esta norma. Además, los inspectores de calidad y las autoridades de construcción en el país utilizan esta norma para verificar que los materiales utilizados en los proyectos de construcción sean seguros y apropiados.

### 2.3 Marco conceptual

- a. **Cerámico reciclado.** - El cerámico reciclado es obtenido a partir de la trituración de desechos de cerámica, como azulejos, ladrillos o tejas. Este material se utiliza en diversas aplicaciones de construcción, como en la fabricación de mezclas para concreto, morteros, pavimentos o como agregado en la estabilización de suelos. Su uso contribuye a la sostenibilidad al aprovechar residuos cerámicos, reduciendo la necesidad de materiales vírgenes y mejorando las propiedades de los productos en los que se emplea.
- b. **Yeso reciclado triturado.** - El yeso reciclado triturado se hace triturando desechos de yeso, como restos de paneles de yeso o materiales de construcción que contienen este compuesto. La gente lo usa principalmente para fabricar nuevos productos de yeso como paneles o molduras, o para mejorar el suelo para la construcción.

- c. Teoría de la sostenibilidad aplicada a la construcción.** - La teoría de la sostenibilidad aplicada a la construcción fomenta un enfoque equilibrado que toma en cuenta los factores ambientales, económicos y sociales en cada etapa del ciclo de vida de un proyecto de construcción. Este marco teórico enfatiza la importancia de utilizar materiales reciclados, aprovechar al máximo los recursos, reducir las emisiones de carbono. Permite la formulación de metodologías de construcción responsables que reducen el impacto ambiental mientras garantizan la sostenibilidad económica y el bienestar social de las comunidades afectadas (Montenegro y Elmer, 2016).
- d. Relación entre reciclaje y mejora de propiedades constructivas.** - El reciclaje en la construcción no solo ayuda al medio ambiente, sino que también ayuda a hacer los materiales más resistentes. Agregar cerámica triturada y yeso reciclado a los ladrillos, por ejemplo, puede hacer que sean más fuertes, menos propensos a absorber agua y duren más. Esta relación muestra cómo los materiales reciclados pueden convertir la basura en insumos de alta calidad, lo que mejora el rendimiento de los productos finales y hace que la industria sea más sostenible (Montenegro y Elmer, 2016).
- e. Modelo de incorporación de materiales reciclados en la fabricación de ladrillos.** - El modelo de incorporación de materiales reciclados en la fabricación de ladrillos se basa en principios de economía circular y sostenibilidad. Este enfoque incluye la recolección, clasificación y procesamiento de residuos sólidos, como cerámico triturado y yeso reciclado, para integrarlos en la mezcla de ladrillos artesanales como sustitutos parciales de arcilla. El modelo considera criterios técnicos, ambientales y económicos, permitiendo desarrollar productos de mayor calidad y menor impacto ambiental, al tiempo que optimiza recursos y fomenta la innovación en la industria de la construcción.
- f. Arcilla.** - Un componente esencial y activo del suelo que, cuando se expone al agua, promueve la mezcla agua-suelo, posee propiedades plásticas y puede unirse a otras partículas inertes del suelo para formar barro. Después de pasar por el proceso de



secado, esta arcilla adquiere la resistencia en seco necesaria para ser utilizada como material de construcción.

- g. Prueba de campo.** - Este método agiliza el proceso de toma de decisiones sobre la selección y las proporciones de la cantera.
  
- h. Tierra.** - Los cuatro componentes principales del material de construcción son limo, arcilla, arena fina y arena gruesa. Para las normas técnicas, use la norma E0.80.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El marco que guía el proceso de investigación se llama metodología de investigación. Asegura que se tomen pasos sistemáticos y coherentes. Implica la selección de técnicas y métodos particulares que facilitan la recopilación de datos relevantes y su posterior análisis. Este método no solo te ayuda a obtener la información correcta, sino que también te indica cómo presentar y verificar los resultados de una manera aceptable en el campo de estudio. Los enfoques cualitativos, cuantitativos o de métodos mixtos se seleccionan según las características del problema de investigación.

El objetivo principal de la metodología es asegurarse de que la investigación se realice de manera cuidadosa y organizada para que se puedan alcanzar conclusiones válidas y confiables. Este método no solo ayuda a organizar la investigación, sino que también decide qué herramientas son necesarias para analizar los datos y proporciona la base para interpretar los resultados. Al utilizar un enfoque metodológico claro, el investigador puede realizar un estudio que sea científicamente válido y útil para su campo de estudio.

### 3.1 Enfoque de investigación

El método de investigación utilizado números. El objetivo es averiguar cómo la cantidad de materiales reciclados utilizados afecta las propiedades de los ladrillos, para poder ver si son adecuados para la construcción y duraderos en la zona.

El enfoque de investigación es el plan general que guía el desarrollo del estudio, incluyendo cómo se resolverá el problema de investigación, los métodos que se utilizarán y cómo se recopilarán y analizarán los datos. Este enfoque establece la base para el diseño del estudio, seleccionando entre diversas perspectivas y metodologías como métodos cuantitativos, cualitativos o mixtos para alcanzar los objetivos especificados y garantizar la validez y la relevancia de los resultados (Reyes, 2022).

### 3.2 Tipo de investigación

Esta es una investigación aplicada. El objetivo de los resultados es encontrar nuevas formas de fabricar ladrillos localmente que utilicen los recursos y materiales reciclados de manera más eficiente.

El objetivo principal del estudio depende del tipo de investigación que sea: experimental, exploratoria, descriptiva, explicativa o correlacional. Cada tipo tiene un método diferente, y se elige el que mejor se adapte a los objetivos y preguntas del estudio. Elija si el objetivo es describir eventos, proporcionar explicaciones, identificar nuevas conexiones o evaluar tratamientos para determinar su efectividad. (Castro et al., 2023)

### 3.3 Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo, porque busco identificar y analizar las relaciones causales entre la incorporación de materiales reciclados y las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos.

El nivel de investigación es el grado en que se aborda el problema de investigación. Podría ser descriptivo, exploratorio, correlacional o explicativo. Para generar resultados

más complejos o más simples según sea necesario, este paso establece los parámetros del estudio y la cantidad de información que se recopilará (Reyes, 2022)

### 3.4 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue experimental, se refiere al plan estructurado que guía el desarrollo del estudio para responder a los objetivos y preguntas planteadas. En este caso, se empleó un diseño experimental, ya que implica la manipulación de variables independientes, como la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado, para observar su impacto en las propiedades de los ladrillos artesanales. Este diseño permite establecer relaciones causales y validar los efectos de los materiales reciclados mediante pruebas controladas.

El diseño de investigación es el plan general que organiza las actividades del estudio. Indique el tipo de información que se necesitará, la metodología para recopilar los datos y la estructura de los procedimientos para evaluar los datos. Dependiendo de la estrategia y los objetivos, el diseño podría ser transversal, longitudinal, experimental, no experimental, y más. También elige el marco metodológico óptimo (Sollitto, 2022).

### 3.5 Método de la investigación

El método de investigación utilizado es el científico, ya que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos de pruebas de laboratorio. Este enfoque permite medir variables específicas, como Capacidad de soporte a fuerzas compresivas, absorción de agua y durabilidad de los ladrillos, utilizando instrumentos estandarizados que aseguran la objetividad y precisión de los resultados.

El término "metodología de investigación" se refiere al conjunto de tácticas y procedimientos utilizados en la investigación. Dependiendo del enfoque, puede utilizar métodos cualitativos como el análisis de contenido y las entrevistas o métodos cuantitativos como encuestas y análisis estadístico. El método empleado está influenciado



por los objetivos del estudio, la pregunta de investigación y el tipo de problema a investigar (UNIR, s. f.).

### **3.6 Población y muestra de la investigación**

#### **3.6.1 Población**

El término "población" en la investigación se refiere al grupo completo de objetos o personas que son pertinentes al estudio y tienen características comparables. Esto podría ser una población amplia o un grupo particular al que se pretenden aplicar los hallazgos del estudio. Determinar a qué grupo se enfocará el estudio que puede incluir individuos, grupos, eventos y más es esencial (Ojeda, 2020).

La población está conformada por todas las posibles combinaciones de mezclas de ladrillos que logran fabricarse utilizando proporciones variables de cerámico triturado y yeso reciclado, así como ladrillos fabricados con métodos tradicionales. Esto incluye una amplia variedad de composiciones y procesos que representan el universo de alternativas para la producción de ladrillos sostenibles.

#### **3.6.2 Muestra**

Ojeda, (2020) Un subconjunto representativo de toda la población constituye la muestra. Se eligió para facilitar el estudio porque podría no ser posible tratar con toda la población. Para garantizar que los hallazgos sean generalizables, la muestra debe ser seleccionada adecuadamente para representar las características esenciales de la población. Se emplean varios métodos de muestreo, incluyendo el muestreo estratificado o aleatorio, según los objetivos del estudio.

La muestra está compuesta por 135 ladrillos hechos a mano que se dividieron en diferentes grupos experimentales según la cantidad de cerámica triturada y yeso reciclado que se mezclaron. Probamos estos ladrillos en un laboratorio para ver cuán fuertes eran,

cuánta agua podían retener y cuánto tiempo durarían. El tamaño de la muestra de 135 garantiza una representación suficiente de las combinaciones evaluadas.

**Tabla 2***Cantidad de muestras usadas*

Ensayo Ladrillo	Ladrillo convencional	Ladrillo estabilizado +2% cerámico triturado	Ladrillo estabilizado +3% cerámico triturado	Ladrillo estabilizado +2% yeso reciclado triturado	Ladrillo estabilizado +3% yeso reciclado triturado	Total
Humedad	3	3	3	3	3	15
%Absorción	4	4	4	4	4	20
Succión	4	4	4	4	4	20
Variación dimensional	4	4	4	4	4	20
Alabeo	4	4	4	4	4	20
Capacidad de soporte a fuerzas compresivas	4	4	4	4	4	20
Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes	4	4	4	4	4	20
	27	27	27	27	27	135

### 3.7 Técnicas e instrumentos

#### 3.7.1 Técnicas

Las técnicas son procedimientos sistemáticos y estructurados que se emplean para recolectar, analizar y procesar información de manera precisa y objetiva durante el desarrollo de una investigación. Estas herramientas permiten operacionalizar las variables de estudio, facilitando la obtención de datos confiables y representativos que contribuyen.

En investigaciones experimentales, las técnicas incluyen la realización de ensayos específicos, como pruebas de resistencia, absorción de agua y durabilidad, que permiten evaluar propiedades físicas y mecánicas de los materiales en estudio. Estos ensayos se ejecutan bajo normativas internacionales estandarizadas, garantizando la precisión, la reproducibilidad y la comparabilidad de los resultados obtenidos. Además, las técnicas



experimentales incluyen la preparación cuidadosa de las muestras y el control riguroso de las condiciones bajo las cuales se realizan las pruebas.

Asimismo, las técnicas de diseño experimental juegan un papel crucial al establecer las condiciones específicas en las que se manipulan las variables de estudio. Esto incluye la definición de proporciones en las mezclas, la creación de grupos experimentales y el uso de controles, lo que permite analizar el impacto de las variables manipuladas de manera sistemática.

En síntesis, las técnicas son herramientas esenciales que aseguran, permitiendo realizar un análisis detallado y preciso que conduzca a conclusiones significativas y aplicables. Su implementación rigurosa.

### **3.7.2 Instrumentos**

Las técnicas son formas organizadas y sistemáticas de recopilar, analizar y procesar información de manera precisa y objetiva mientras se realiza una investigación. Estas herramientas permiten poner en práctica las variables de estudio, lo que facilita la recopilación de datos fiables y representativos que ayudan.

En la investigación experimental, los métodos incluyen realizar pruebas como pruebas de resistencia, absorción de agua y durabilidad, que ayudan a los investigadores a determinar cuán fuertes y duraderos son los materiales que están estudiando. Estas pruebas se realizan de acuerdo con normas internacionales estándar, lo que asegura que los resultados sean precisos, repetibles y comparables. Además, los métodos experimentales implican una cuidadosa preparación de las muestras y un estricto control de las condiciones en las que se realizan las pruebas.

Las técnicas de diseño experimental también son muy importantes para establecer las condiciones exactas bajo las cuales se cambian las variables del estudio. Esto incluye determinar las proporciones adecuadas para las mezclas, establecer grupos experimentales y utilizar controles. Todo esto hace posible estudiar sistemáticamente cómo las variables manipuladas afectan el resultado.



En resumen, las técnicas son herramientas importantes que aseguran un análisis exhaustivo y preciso que conduce a conclusiones útiles y relevantes. Su estricta aplicación.

### **3.8 Validación y confiabilidad del instrumento**

#### **3.8.1 Validación de los instrumentos**

Su principal tarea era medir, registrar y documentar las variables de interés para asegurarse de que los datos recopilados fueran precisos y representativos. En los estudios experimentales, se necesitaban instrumentos para evaluar las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los materiales examinados, obteniendo resultados cuantitativos que corroboraban los hallazgos de la investigación.

Algunas de las herramientas más comunes eran aquellas que probaban qué tan bien los materiales podían soportar las tensiones de flexión. Además, se utilizó el cono de Abrams y otras herramientas para verificar la consistencia de las mezclas, y se usaron herramientas de absorción de agua para comprobar cuán porosos eran los materiales y qué tan bien podían retener líquidos.

Para asegurarse de que fueran precisos y confiables, estas herramientas fueron elegidas y calibradas de acuerdo con estándares internacionales como ASTM o ISO. Usarlos correctamente no solo ayudó a obtener datos precisos, sino que también aseguró que los resultados pudieran repetirse en estudios futuros.

En resumen, los instrumentos fueron muy importantes para la investigación experimental porque ayudaron a recopilar datos confiables que respaldaron el análisis y la prueba de las hipótesis que se estaban investigando. Era esencial elegir, calibrar y utilizarlos correctamente para garantizar la calidad y el rigor de los resultados.

#### **3.8.2 Confiabilidad de instrumentos**

En el contexto de la investigación, la fiabilidad significaba que las mediciones eran estables y libres de errores aleatorios. Esto hizo que los datos fueran más válidos y, como resultado, las conclusiones más confiables.



Para asegurarse de que los instrumentos fueran precisos, se calibraban de vez en cuando en laboratorios certificados que seguían estándares internacionales como ASTM o ISO. Por ejemplo, una prensa de compresión o una máquina de prueba de flexión se calibraban regularmente para asegurarse de que los valores que registraban fueran precisos y que sus mediciones no variaran demasiado.

Además, el instrumento se probaba una y otra vez para asegurarse de que diera los mismos resultados cada vez. Este proceso requería tomar varias mediciones de la misma muestra y comparar los resultados para encontrar cualquier diferencia. Se consideraba que el instrumento era fiable si las diferencias eran pequeñas.

La fiabilidad también dependía de qué tan bien se cuidaran los instrumentos, lo que incluía limpieza, inspecciones técnicas y almacenarlos en las condiciones adecuadas para evitar que se dañaran o desgastaran, lo que podría afectar su funcionamiento. También era muy importante capacitar a las personas que usarían los instrumentos para reducir la posibilidad de error humano.

### **3.9 Procedimiento y recolección de datos**

#### **1. Procedimiento**

El procedimiento incluía todo lo que había que hacer para probar y medir las muestras. En este caso, el proceso comenzó con la elaboración de las mezclas de ladrillos hechos a mano, que incluían ciertas cantidades de cerámica triturada y yeso reciclado para reemplazar parcialmente la arcilla. Cada mezcla se realizó según un plan experimental establecido, que aseguraba que las proporciones y las condiciones de preparación fueran las mismas para todas ellas.

Después de eso, los ladrillos fueron moldeados, secados y cocidos en condiciones controladas para asegurarse de que las propiedades que obtuvieron fueran típicas.

#### **2. Recolección de datos**

Fueron registrados en formatos predefinidos para facilitar su clasificación y análisis. Este proceso tenía controles de calidad para encontrar y corregir cualquier error que pudiera haberse cometido al medir o registrar datos.

Las muestras también se les asignaron códigos para que cada ladrillo pudiera ser vinculado a su grupo experimental e identificado. Los datos recopilados se ingresaron en bases de datos digitales para su posterior análisis estadístico, lo que permitió encontrar patrones, comparar resultados entre grupos y verificar las hipótesis.

### **3. Importancia del procedimiento y recolección de datos**

Un procedimiento claro y la forma correcta de recopilar datos fueron muy importantes para asegurar que la investigación fuera válida y confiable. Estos pasos aseguraron que los resultados fueran representativos, correctos y pudieran ser repetidos, lo que significaba que las conclusiones se basaban en evidencia sólida. La minuciosa documentación de cada paso del proceso también hizo que el estudio fuera más transparente y de mayor calidad.

En resumen, el procedimiento y la recolección de datos fueron partes muy importantes de la investigación experimental. Su cuidadosa planificación y ejecución aseguraron que los datos obtenidos fueran útiles y confiables, lo que permitió realizar un análisis exhaustivo de cómo los materiales reciclados afectan las propiedades de los ladrillos hechos a mano.

#### **3.9.1 Procedimiento y recolección de información**

##### **a. Obtención de información:**

Pudimos encontrar información para nuestra investigación leyendo detenidamente la literatura relevante. Para ser exactos y completos, revisamos libros, artículos académicos y otra información especializada sobre el tema en gran detalle. Examinamos otros estudios y utilizamos opiniones de expertos para respaldar nuestros hallazgos. La amplia variedad de fuentes nos proporcionó una base sólida para juzgar los resultados del



estudio y fortaleció el marco teórico. Además, nuestro objetivo principal era mantener la información de alta calidad y confiable, evitando estrictamente cualquier sesgo y manteniendo la revisión de la literatura neutral.

## **b. Obtención de los materiales en el distrito de Taraco**

Conseguir los materiales fue una parte importante para asegurar que la investigación experimental funcionara, especialmente al intentar utilizar recursos locales. En el distrito de Taraco, el objetivo principal de este proceso era reunir y preparar los materiales necesarios para hacer ladrillos artesanales, como cerámica triturada, yeso reciclado y arcilla.

La cerámica rota provenía de azulejos, baldosas de cerámica y otros desechos cerámicos que se tiraron durante la construcción y remodelación en la zona. Estos materiales provenían de vertederos, sitios de construcción o proyectos que nunca se terminaron. Después de ser recolectados, los desechos cerámicos se limpiaron para eliminar cualquier impureza. Luego, se trituró manualmente con un martillo hasta que las piezas fueron lo suficientemente pequeñas como para ser utilizadas en mezclas de ladrillos.

El yeso reciclado provino principalmente de residuos generados en proyectos de demolición o construcción que utilizaron placas de drywall y también de viviendas demolidas del sector. Estos desechos fueron recolectados localmente, clasificados para separar el yeso de otros materiales no deseados y, finalmente, triturados hasta obtener partículas finas que pudieron integrarse de manera uniforme en las mezclas.

La arcilla, materia prima tradicional en la fabricación de ladrillos artesanales, se obtuvo de depósitos naturales presentes en el distrito de Taraco. La recolección de arcilla se realizó en áreas autorizadas para su explotación. La arcilla se transportó al lugar de fabricación de los ladrillos, donde se limpió y acondicionó para su uso en las mezclas experimentales.

### c. Obtención de cerámico triturado

La obtención de cerámico triturado comenzó con la recolección de residuos cerámicos, como baldosas y azulejos descartados de obras de construcción, remodelaciones o demoliciones. Estos materiales fueron clasificados para eliminar impurezas y luego triturados de manera manual con comba, obteniendo partículas regulares de tamaño variado, que posteriormente fueron tamizadas para utilizar el pasante en la malla #100. Este proceso no solo dio una segunda vida a los desechos, sino que también fomentó la economía circular, convirtiendo lo que normalmente sería basura en un recurso útil. Al hacerlo, se evitó la explotación de nuevos recursos naturales, ayudando a cuidar el medio ambiente.

#### Figura 1

*Cerámico triturado*



### d. Obtención de yeso reciclado triturado

La obtención de yeso reciclado triturado se llevó a cabo a partir de residuos generados en la construcción y demolición, como placas de drywall, molduras y paneles de yeso. Estos desechos fueron recolectados de vertederos, obras o talleres, y luego clasificados para separar el yeso de otros materiales no deseados. Posteriormente, se trituraron de forma manual con combas hasta obtener partículas finas y uniformes, que se tamizaron para emplear los pasantes en la malla #100. Este proceso permitió reutilizar un material que de otro modo habría sido desechado, ayudando a reducir la cantidad de

residuos sólidos y promoviendo prácticas más sostenibles en la industria de la construcción.

## Figura 2

*Yeso reciclado triturado.*



### 3.9.2 Ensayos en laboratorio

#### a. Granulometría:

En el caso de materiales reciclados, como el cerámico triturado y el yeso reciclado, la granulometría determinó su comportamiento dentro de las mezclas, asegurando una distribución uniforme y una adecuada integración con otros componentes.

El análisis granulométrico se realizó mediante tamices o equipos especializados que separaron las partículas según su tamaño. Los resultados permitieron seleccionar la granulometría óptima para cada aplicación, asegurando que el material contribuyera de manera eficiente a las propiedades deseadas, como la cohesión y la resistencia de los ladrillos fabricados.

#### b. Límites de consistencia:

Los límites de consistencia son un rango de valores que permiten determinar el comportamiento mecánico y físico de los suelos, especialmente en estudios de suelos para la construcción. Estos límites ayudan a mostrar cómo cambia la plasticidad de un material con su contenido de agua. El límite líquido muestra la cantidad de agua en el suelo que hace que deje de comportarse como una pasta y comience a fluir. El límite plástico muestra la menor cantidad de agua necesaria para que el suelo se mantenga plástico, lo que significa que puede cambiar de forma sin romperse.

En la ingeniería geotécnica, los límites de consistencia son muy importantes porque te indican cosas básicas sobre si el suelo es adecuado para diferentes tipos de construcción de infraestructuras. Encontrar estos valores, que provienen de pruebas de laboratorio, es una parte importante para determinar cuán estable y fuerte es el suelo. Estas limitaciones sugieren formas de modificar o mejorar el terreno, especialmente para proyectos donde la resistencia y la durabilidad son muy importantes.

#### **c. Contenido de humedad:**

Este es un factor importante en la construcción porque tiene un efecto directo en las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, incluyendo su trabajabilidad, resistencia y durabilidad. Para asegurarse de que la mezcla sea uniforme y de que los materiales se comporten correctamente durante el moldeo y el secado, el contenido de humedad debe mantenerse bajo control en materiales como cerámica triturada, yeso reciclado y arcilla.

Utilizamos métodos gravimétricos para medir el contenido de humedad, lo que significa pesar una muestra antes y después de secarla en un horno. Este análisis te permite cambiar la cantidad de agua en la mezcla, mejorar las condiciones para fabricar productos y asegurarte de que el producto final, como los ladrillos hechos de materiales reciclados, sea de buena calidad.

#### **d. Peso específico y absorción:**

El peso específico es una propiedad básica de los materiales y es la relación entre el peso de una sustancia y su volumen. Este número es importante en muchos campos, como la ingeniería y la ingeniería geotécnica, porque proporciona una medida precisa de la densidad de un material y permite calcular cuánta masa hay en un cierto volumen. El peso específico se utiliza en la vida real para determinar cuánto peso puede soportar un material, cómo reacciona a la presión y si es adecuado para un determinado edificio.

Cuando pones algo en agua y se vuelve más pesado, eso es una señal de qué tan bien puede absorber líquidos, incluyendo el agua. Este número es muy importante al hacer cosas como ladrillos, cemento o piedra. Una alta tasa de absorción podría significar que el material no es lo suficientemente fuerte o que podría expandirse y contraerse, lo que podría hacerlo menos estable. Al conocer la gravedad específica y la absorción de un material, los ingenieros civiles pueden elegir los mejores materiales para cada proyecto, lo que asegura que la estructura sea fuerte y segura.

#### **e. Succión:**

La succión es la capacidad de un material para atraer y retener líquidos, como el agua, dentro de sus poros. Cuando se trata de materiales porosos como rocas, suelos y algunos tipos de concreto, este fenómeno es especialmente significativo. Para entender cómo se comporta el agua en los materiales y cómo afecta las propiedades mecánicas como la resistencia y la compactación, se estudia la succión en la ingeniería geotécnica y civil. La succión puede afectar la estabilidad de las estructuras y el rendimiento de los materiales en condiciones húmedas.

El estudio de la succión es particularmente crucial para la caracterización del suelo porque afecta la retención de agua en las capas superficiales, lo que puede impactar la consolidación, deformación y durabilidad de las obras de infraestructura. La impermeabilidad de un material también se ve afectada por la succión porque, bajo ciertas condiciones, los materiales con una alta capacidad de succión pueden volverse más susceptibles a la saturación o al deterioro. La succión en suelos y materiales de



construcción debe evaluarse para garantizar la durabilidad y eficacia a largo plazo de las construcciones.

**f. Variación dimensional:**

La variación dimensional es el cambio en las dimensiones de un material o estructura causado por factores externos como la temperatura, la humedad, las cargas aplicadas o las interacciones con otros elementos. Este fenómeno es significativo en la ingeniería y la construcción porque puede afectar la precisión y la estabilidad de las construcciones. Los materiales, especialmente aquellos con propiedades higroscópicas como la madera o algunos polímeros, tienen una propensión a expandirse o contraerse en reacción a los cambios de humedad. El diseño de sistemas mecánicos también requiere considerar la variación dimensional para prevenir deformaciones que podrían comprometer la seguridad o funcionalidad de la estructura.

**g. Alabeo:**

La deformación es el proceso mediante el cual un material o estructura experimenta una deformación no intencionada que provoca que se desvíe de su forma original. Generalmente es causado por presiones internas desiguales o por la absorción de humedad. Este fenómeno es más común con materiales delgados o planos, como las chapas metálicas o la madera, que pueden deformarse bajo una variedad de condiciones climáticas. Las construcciones metálicas pueden distorsionarse como resultado de variaciones de temperatura o distribución desigual del estrés durante la fabricación o el uso operativo.

Deformación en materiales compuestos: La deformación es otra característica de los materiales compuestos, que son mezclas de varios materiales utilizados para mejorar propiedades específicas como la rigidez o la resistencia. Algunos materiales son particularmente propensos a la deformación debido a las diferencias en las propiedades de sus piezas componentes. Por ejemplo, los materiales compuestos de fibra de vidrio o

fibra de carbono pueden deformarse si las fibras y la resina no están distribuidas adecuadamente durante el proceso de curado. Se deben considerar técnicas de diseño y control de calidad para reducir el riesgo, ya que esta distorsión puede afectar los atributos funcionales del componente.

### Figura 3

*Prueba de alabeo*



#### **h. Capacidad de soporte a fuerzas compresivas:**

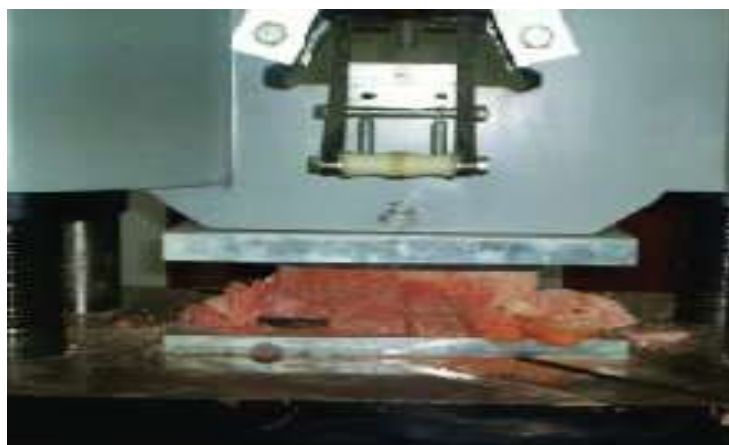
La Capacidad de soporte a fuerzas compresivas es una propiedad importante de un material que muestra qué tan bien puede manejar el estrés que intenta hacerlo más pequeño. Es un factor importante en el diseño y la prueba de estructuras porque muchos materiales, como los metales y el concreto, están bajo estrés cuando se utilizan. El resultado muestra la máxima tensión que el material puede soportar antes de romperse o cambiar de forma de manera irreversible. Una forma común de averiguarlo es colocar una muestra del material bajo una carga que se va incrementando hasta que se rompe.

Para los ingenieros civiles, la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas es muy importante para asegurarse de que los edificios sean seguros y duren mucho tiempo. Por ejemplo, el concreto y la piedra utilizados para construir edificios, puentes y carreteras deben ser capaces de soportar las cargas de tráfico, las cargas vivas y otras tensiones

ambientales porque tienen una alta Capacidad de soporte a fuerzas compresivas. Además, la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas se utiliza para verificar la calidad de los materiales mientras se están fabricando y para establecer estándares y normas en la industria de la construcción. En cada etapa del proyecto, se debe verificar la resistencia de la estructura. Si no es lo suficientemente fuerte, la estructura podría desmoronarse.

#### Figura 4

*Ladrillo sometido a Capacidad de soporte a fuerzas compresivas*



#### i. Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes:

La Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes es qué tan bien puede un material soportar una carga que lo hace doblarse. Es una propiedad importante que prueba qué tan bien un material puede manejar fuerzas que actúan en ángulos rectos a su eje sin romperse o cambiar demasiado de forma. Este tipo de resistencia es muy importante para los materiales que se utilizarán en estructuras como vigas, puentes o cualquier otra parte que se doblará mientras esté en uso. Normalmente se utiliza una prueba de flexión para medir la Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes. En esta prueba, se aplica una fuerza al material en el centro, haciendo que se doble hasta que se rompa.

En la construcción y la ingeniería, la Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes es muy importante para los materiales de construcción como el acero, el concreto y las vigas de madera que necesitan ser capaces de soportar cargas pesadas sin doblarse. Las

estructuras duran más y son más seguras cuando están hechas de materiales lo suficientemente fuertes como para doblarse. Esta característica también afecta la elección de materiales para ciertos proyectos que necesitan ser capaces de soportar muchas cargas de flexión, como la construcción de puentes o edificios de varios pisos. Es una parte clave que te ayuda a prever y detener problemas estructurales en las partes que están bajo mucho estrés.

### **3.10 Procesamiento de datos y análisis**

Organizado de una manera que tenga sentido y ayude a responder las preguntas y alcanzar los objetivos. Este proceso incluye todo, desde reunir los datos al principio hasta interpretarlos al final. Dependiendo del enfoque del estudio, utiliza herramientas estadísticas, gráficos y métodos de análisis cualitativos o cuantitativos.

#### **1. Procesamiento de datos**

Eliminando posibles errores, inconsistencias o valores atípicos que podrían cambiar los resultados.

Después de eso, se utilizaron operaciones matemáticas básicas como promedios, desviaciones estándar y porcentajes para convertir los datos en valores representativos. Además de estos cálculos, se hicieron tablas y gráficos para ayudar a las personas a ver los resultados, facilitando la comprensión de los datos recopilados.

#### **2. Análisis de datos**

El análisis de datos examina las conexiones, patrones y tendencias en los datos que se han recopilado. En los estudios experimentales, se emplean herramientas estadísticas para evaluar la influencia de las variables manipuladas (por ejemplo, la proporción de cerámica triturada y yeso reciclado) en las características del material examinado. Este análisis permitió la identificación de diferencias significativas entre los grupos experimentales y la validación de las hipótesis propuestas.



El análisis también compara los resultados con normas técnicas y estudios previos. Esto ayuda a situar los hallazgos en el contexto del marco teórico y técnico de la investigación. Este paso es muy importante para llegar a conclusiones sólidas y bien fundamentadas que mejoren el estudio.

### **3. Herramientas y software**

El procesamiento y análisis de datos dependen de herramientas y software específicos, como Excel, que te ayudan a organizar, calcular y mostrar información. Estas herramientas no solo hacen que el análisis sea más preciso y rápido, sino que también facilitan el trabajo con grandes cantidades de datos.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados obtenidos de los ensayos

Las pruebas experimentales se realizaron para ver cómo funciona un material o sistema. Estos resultados muestran cómo actuaron las variables en ciertas situaciones y nos permiten verificar la hipótesis planteada en la investigación.

En los estudios experimentales, los resultados pueden abarcar métricas como la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas, el porcentaje de absorción de agua, la durabilidad y otros parámetros pertinentes evaluados con instrumentos validados y criterios estandarizados. Ponemos estos datos en tablas, gráficos e informes para que sean más fáciles de leer y entender. Esto nos permite ver patrones, relaciones y grandes diferencias entre los grupos que analizamos.

Los resultados obtenidos no solo constituyen la base para el análisis y las conclusiones del estudio, sino que también son cruciales para comparar los efectos de las variables manipuladas y evaluar la viabilidad de las innovaciones propuestas tanto en contextos técnicos como prácticos.

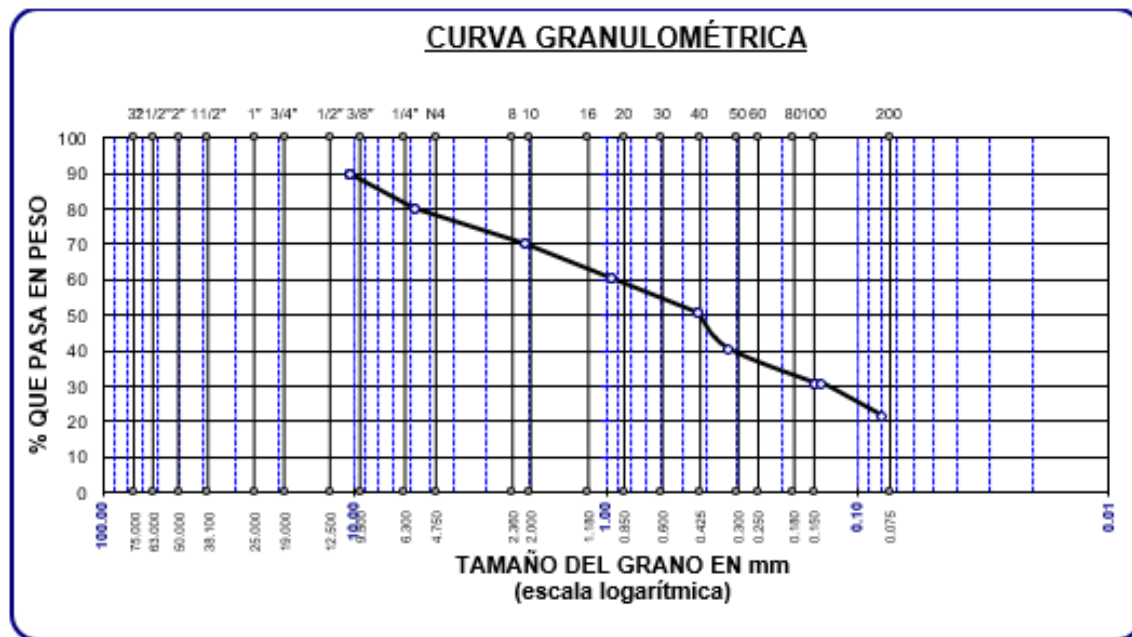
## 4.1.1 Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo convencional en el distrito de Taraco

### a. Propiedades físicas para la elaboración de ladrillo convencional

#### a.1. Análisis granulométrico

Figura 5

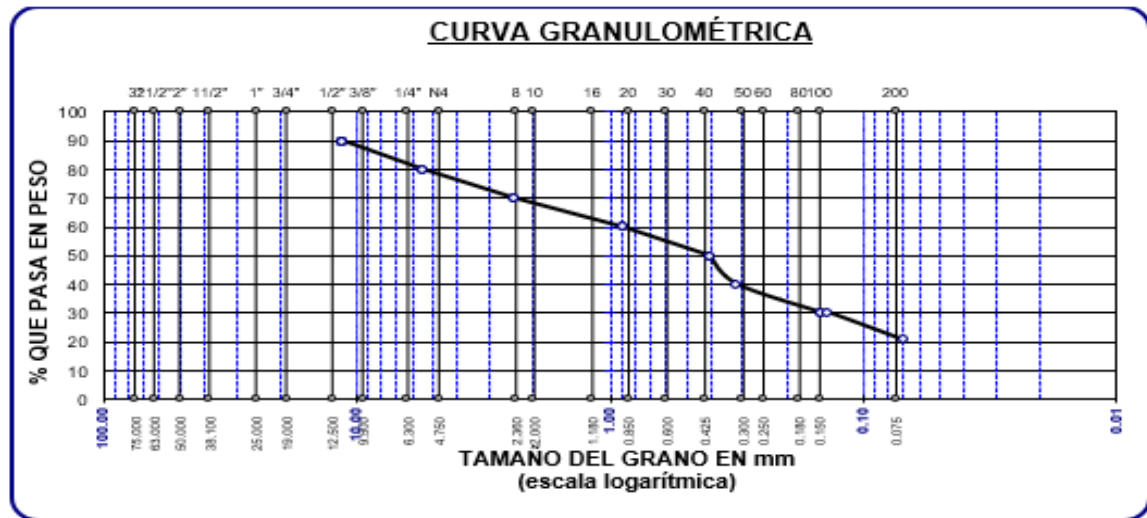
Curva granulométrica muestra - 01



La gráfica muestra la curva granulométrica de un material granular, indicando la distribución de tamaños de partículas. El eje horizontal, en escala logarítmica, representa el tamaño del grano en milímetros, y el eje vertical el porcentaje acumulado que pasa por los tamices. Este análisis es esencial para evaluar la gradación del material y garantizar su idoneidad en mezclas de concreto, optimizando su compactación y propiedades mecánicas.

**Figura 6**

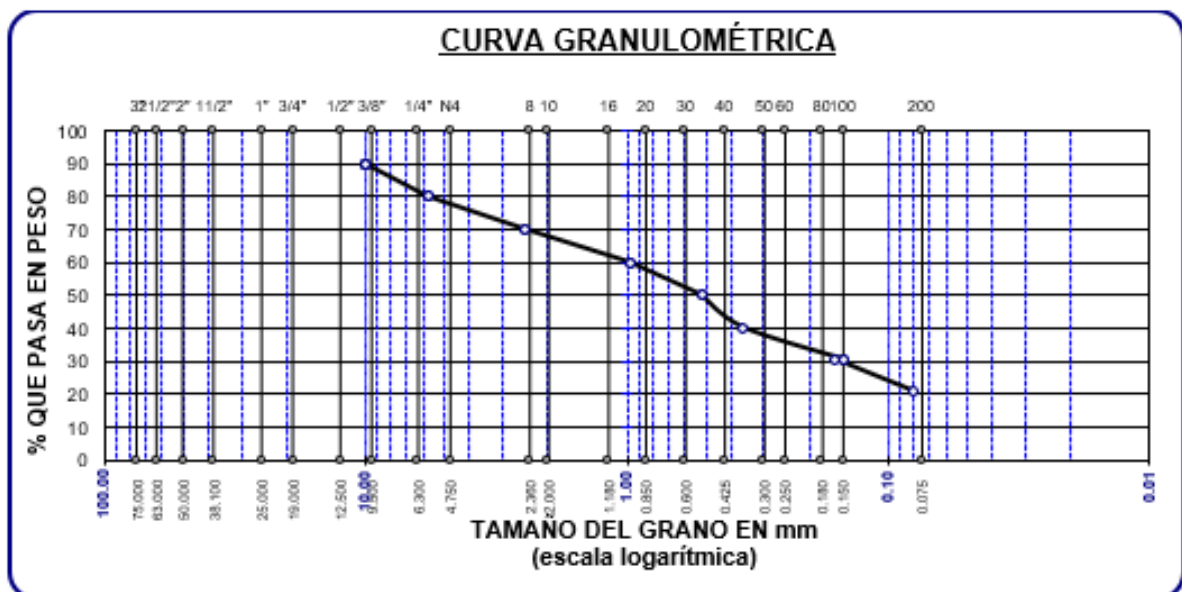
*Curva granulométrica - 02*



La gráfica muestra la curva granulométrica de un material granular, indicando la distribución de tamaños de partículas. El eje horizontal, en escala logarítmica, representa el tamaño del grano en milímetros, y el eje vertical el porcentaje acumulado que pasa por los tamices. Este análisis es esencial para evaluar la gradación del material y garantizar su idoneidad en mezclas de concreto, optimizando su compactación y propiedades mecánicas.

**Figura 7**

*Curva granulométrica muestra - 03*



La gráfica muestra la curva granulométrica de un material granular, indicando la distribución de tamaños de partículas. El eje horizontal, en escala logarítmica, representa el tamaño del grano en milímetros, y el eje vertical el porcentaje acumulado que pasa por los tamices. Este análisis es esencial para evaluar la gradación del material y garantizar su idoneidad en mezclas de concreto, optimizando su compactación y propiedades mecánicas.

#### b. Límites de consistencia

**Tabla 3**

*Límites de consistencia muestra-01*

M - 1	Porcentaje (%)
L.L.	39.28%
L.P.	16.11%
I.P.	23.16%

Se rescata que el IP en esta muestra fue de 23.16%.

**Tabla 4**

*Límites de consistencia muestra – 02*

M - 2	Porcentaje (%)
L.L.	34.51%
L.P.	14.28%
I.P.	20.24%

Se rescata que el IP en esta muestra fue de 20.42%.

**Tabla 5**

*Límites de consistencia muestra – 03*

M - 3	Porcentaje (%)
L.L.	44.38%
L.P.	19.51%
I.P.	24.87%

Se rescata que el IP en esta muestra fue de 24.87%.

**c. Humedad natural de ladrillo convencional****Tabla 6***Humedad natural de muestras M-1, M-2, M-3*

Descripción de la muestra	M-1	M-2	M-3
Ladrillo convencional			
Muestra sumergida al agua (gr)	3145	3126	3078
Muestra secada al horno (gr)	2510	2505	2458
Peso del agua(gr)	635	621	620
% humedad natural	25.30%	24.79%	25.22%
<b>Promedio</b>		<b>24.38%</b>	

El promedio de humedad presente en las muestras fue de 24.38%.

**d. Porcentaje de absorción de un ladrillo convencional****Tabla 7***Absorción para ladrillo convencional*

Nº	Descripción	Muestra	W ladrillo seco	W ladrillo saturado	%Absorción
1	L.A.	M-1	10702	11969	11.84%
2	L.A.	M-2	10798	11926	10.45%
3	L.A.	M-3	10874	11965	10.03%
4	L.A.	M-4	10765	11917	10.70%

En la tabla se muestra el ensayo los resultados del ensayo de absorción.

**e. Porcentaje de succión de ladrillo convencional****Tabla 8***Succión de ladrillo convencional*

Nº	Muestra seca (gr)	Muestra saturada(gr)	Área cm <sup>2</sup>	Succión gr/200 cm <sup>2</sup>
M-1	1336.25	1343.25	100	14.00
M-2	1344.00	1350.25		12.50
M-3	1363.38	1369.25		11.75
M-4	1348.75	1355.50		13.50

Se logran apreciar las varianzas de los valores correspondientes a la succión del ladrillo.

**f. Variación dimensional de ladrillo convencional****Tabla 9***Porcentajes de variación dimensional (largo)*

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	29.81	30.09	29.87	30.23	30.03	30.01	0.02
M-2	29.86	30.22	30.12	29.87	30.17	30.05	0.16
M-3	30.12	30.19	30.11	30.13	29.92	30.09	0.87
M-4	29.75	30.46	30.26	30.79	29.65	30.18	0.61

Se logran apreciar las varianzas de los valores correspondientes a la variación dimens.

**Tabla 10***Porcentajes de variación dimensional (Ancho)*

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	15.22	15.16	14.91	14.97	15.18	15.09	0.59
M-2	15.21	15.15	15.11	14.52	14.63	14.92	0.51
M-3	14.88	15.12	15.24	15.12	15.29	15.13	1.65
M-4	15.22	15.23	15.53	15.01	15.25	15.25	1.65

Se logran apreciar las varianzas de los valores correspondientes a la variación dimens.

**Tabla 11**

*Porcentajes de variación dimensional (Alto)*

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	10.12	10.14	9.78	9.78	9.98	9.95	0.09
M-2	10.21	10.21	9.98	10.65	9.87	10.11	0.39
M-3	9.88	10.14	10.21	10.36	9.77	10.12	0.41
M-4	10.08	10.11	10.17	9.74	9.99	9.91	1.29

Se logran apreciar las varianzas de los valores correspondientes a la variación dimens.

### g. Alabeo de un ladrillo convencional

**Tabla 12**

*Alabeo de ladrillo convencional*

Muestra	C.S.		C.I.		Alabeo	
	Ccv (milmt)	Cvx (milmt)	Ccv (milmt)	Cvx (milmt)	Ccv (milmt)	Cvx (milmt)
L. 1	1.77	1.67	1.75	1.40	1.65	1.45
L. 2	1.68	1.62	1.63	1.59	1.60	1.70
L. 3	1.74	1.77	1.55	1.47	1.70	1.45
L. 4	1.69	1.62	1.53	1.49	1.60	1.65

Se logran apreciar las varianzas de los valores correspondientes al alabeo.

### h. Capacidad de soporte a fuerzas compresivas de un ladrillo convencional

**Tabla 13**

*Resistencia de ladrillo convencional*

Nº	Descripción De La Muestra	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg.)	Carga F'm (Kg/Cm <sup>2</sup> )
1	L. 1	20.00	10.00	200.00	10426.00	52.13
2	L. 2	20.00	10.00	200.00	10364.00	51.82
3	L. 3	20.00	10.00	200.00	10321.00	51.61
4	L. 4	20.00	10.00	200.00	10254.00	51.27
	<b>promedio</b>					51.71

Se logran apreciar las varianzas de los valores correspondientes al ensayo de soporte a compres.

#### i. Resistencia a flexión del ladrillo convencional

**Tabla 14**

*Flexión de ladrillo convencional*

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Lectura (kg.)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
1	L. 1	20.00	10.00	200	229.85	7.183
2	L. 2	20.00	10.00	200	230.27	7.196
3	L. 3	20.00	10.00	200	212.58	6.643
4	L. 4	20.00	10.00	200	245.97	7.687
	<b>promedio</b>					7.131

Se logran apreciar las varianzas de los valores correspondientes al ensayo de soporte a flexión.

#### 4.1.2 Influencia del cerámico triturado y yeso reciclado sobre el ladrillo (físicas)

##### 1. Porcentaje de absorción de ladrillo estabilizado CT (2%,3%) y YR (2%,3%)

**Tabla 15**

*Absorción para ladrillo estabilizado con 2% de CT*

Nº	Descripción	Muestra	W ladrillo seco	W ladrillo saturado	%Absorción
1	L.A.+2% CT	M-1	10966	12355	12.67%
2	L.A. +2% CT	M-2	10971	12423	13.23%
3	L.A. +2% CT	M-3	10981	12445	13.33%
4	L.A. +2% CT	M-4	10995	12447	13.21%

Se logran apreciar las varianzas de los valores correspondientes a las muestras con 2% de cerámico triturado.

Tabla 16

Absorción para ladrillo estabilizado con 3% de CT

Nº	Descripción	Muestra	W ladrillo seco	W ladrillo saturado	%Absorción
1	L.A.+3% CT	M-1	11091	12783	15.26%
2	L.A.+3% CT	M-2	11088	12771	15.18%
3	L.A.+3% CT	M-3	11122	12801	15.10%
4	L.A.+3% CT	M-4	11078	12797	15.52%

Se logran apreciar las varianzas de los valores correspondientes a las muestras con 3% de cerámico triturado.

Tabla 17

Absorción para ladrillo estabilizado con 2% de YR

Nº	Descripción	Muestra	W ladrillo seco	W ladrillo saturado	%Absorción
1	L.A.+2% YR	M-1	11412	13347	16.96%
2	L.A.+2% YR	M-2	11498	13445	16.93%
3	L.A.+2% YR	M-3	11632	13770	18.38%
4	L.A.+2% YR	M-4	11620	13500	16.18%

Se logran apreciar las varianzas de los valores correspondientes a las muestras con 2% de yeso reciclado.

Tabla 18

Absorción para ladrillo estabilizado con 3% de YR

Nº	Descripción	Muestra	W ladrillo seco	W ladrillo saturado	%Absorción
1	L.A.+4% YR	M-1	11382	13390	17.66%
2	L.A.+4% YR	M-2	11498	13411	16.64%
3	L.A.+4% YR	M-3	11690	13734	17.49%
4	L.A.+4% YR	M-4	11589	13501	16.50%

Se logran apreciar las varianzas de los valores correspondientes a las muestras con 3% de yeso reciclado.

**2. Porcentaje de succión de ladrillo estabilizado CT (2%,3%) y YR (2%,3%)****Tabla 19***Succión de ladrillo estabilizado con CT 2%*

Nº	Muestra seca (gr)	Muestra saturada(gr)	Área cm2	Succión gr/200 cm2
M-1	1392.50	1399.75	100.00	14.50
M-2	1374.88	1382.25		14.75
M-3	1395.88	1403.00		14.25
M-4	1385.88	1393.50		15.25

Se logran apreciar las varianzas de los valores en el ensayo de succión correspondientes a las muestras con 2% de ceramico triturado.

**Tabla 20***Succión de ladrillo estabilizado con CT 3%*

Nº	Muestra seca (gr)	Muestra saturada(gr)	Área cm2	Succión gr/200 cm2
M-1	1410.88	1419.50	100.00	17.25
M-2	1411.88	1420.63		17.5
M-3	1408.13	1416.75		17.25
M-4	1414.00	1422.88		17.75

Se logran apreciar las varianzas de los valores en el ensayo de succión correspondientes a las muestras con 3% de ceramico triturado.

**Tabla 21***Succión de ladrillo estabilizado con YR 2%*

Nº	Muestra seca (gr)	Muestra saturada(gr)	Área cm2	Succión gr/200 cm2
M-1	1344.50	1350.63	100.00	12.25
M-2	1355.50	1361.88		12.75
M-3	1354.38	1360.38		12.00
M-4	1352.25	1358.21		11.92

Se logran apreciar las varianzas de los valores en el ensayo de succión correspondientes a las muestras con 2% de yeso reciclado.

Tabla 22

Succión de ladrillo estabilizado con YR 3%

Nº	Muestra seca (gr)	Muestra saturada (gr)	Área cm <sup>2</sup>	Succión gr/200 cm <sup>2</sup>
M-1	1442.50	1450.63	100.00	16.25
M-2	1453.54	1461.88		16.67
M-3	1451.99	1460.38		16.77
M-4	1451.33	1459.75		16.84

Se logran apreciar las varianzas de los valores en el ensayo de succión correspondientes a las muestras con 3% de yeso reciclado.

### 3. Variación dimensional del ladrillo estabilizado CT (2%,3%) y YR (2%,3%)

Tabla 23

Porcentajes de variación dimensional (largo) de la muestra con EA 2%

Muestra	Largo (cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	31.1	30.17	29.82	30.13	30.31	30.31	1.02
M-2	30.39	30.21	30.16	29.82	30.13	30.14	0.47
M-3	30.25	30.27	29.84	30.34	30.08	30.16	0.52
M-4	29.22	30.34	30.11	30.19	30.38	30.05	0.16

Datos que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de cambio dimensional.

Tabla 24

Porcentajes de variación dimensional (Ancho) de la muestra con 2% CT

Muestra	Ancho (cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	15.2	15.27	15.36	15.27	14.38	15.30	1.97
M-2	15.34	15.12	15.35	14.61	15.75	15.03	0.23
M-3	15.01	15.35	14.87	15.24	15.12	15.12	0.79
M-4	15.24	15.38	14.93	15.24	15.02	15.16	1.08

Datos que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de cambio dimensional.

**Tabla 25***Porcentajes de variación dimensional (Alto) de la muestra con 2% de CT*

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	9.88	9.87	10.11	10.11	9.77	10.01	0.10
M-2	10.08	10.05	10.15	10.21	10.08	9.95	0.56
M-3	10.21	10.10	9.97	9.99	10.07	10.14	1.40
M-4	10.22	10.17	10.04	10.10	10.21	10.21	0.38

Datos que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de cambio dimensional.

**Tabla 26***Porcentajes de variación dimensional(largo) de la muestra con EA 3%*

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	29.8	30.15	30.37	29.79	30.25	30.07	0.24
M-2	30.12	30.34	29.89	29.83	30.22	30.08	0.27
M-3	30.28	29.83	29.71	29.63	30.32	29.95	0.15
M-4	30.28	30.2	29.98	29.75	29.62	29.97	0.11

Datos que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de cambio dimensional.

**Tabla 27***Porcentajes de variación dimensional (Ancho) de la muestra con 3% CT*

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	14.62	15.37	14.86	15.24	15.15	15.05	0.32
M-2	15.14	15.11	14.78	15.47	14.83	15.08	0.44
M-3	14.82	15.08	14.67	14.94	14.82	14.87	0.89
M-4	15.41	15.22	14.9	14.72	14.99	15.05	0.32

Datos que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de cambio dimensional.

**Tabla 28***Porcentajes de variación dimensional (Alto) de la muestra con 3% de CT*

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	9.83	10.27	10.32	10.14	9.82	10.08	0.76
M-2	10.19	9.85	9.94	10.22	10.17	10.07	0.74
M-3	10.1	10.26	10.28	10.33	9.75	10.14	1.44
M-4	9.9	9.74	10.21	10.35	10.27	10.09	0.94

Datos que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de cambio dimensional.

**Tabla 29***Porcentajes de variación dimensional(largo) de la muestra con YR 2%*

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	29.81	29.72	30.2	30.33	30.26	30.06	0.21
M-2	29.82	30.17	29.98	29.89	30.32	30.04	0.12
M-3	30.12	30.23	30.32	30.01	29.88	30.11	0.37
M-4	30.33	29.94	30.36	29.87	30.38	30.18	0.59

Datos que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de cambio dimensional.

**Tabla 30***Porcentajes de variación dimensional (Ancho) de la muestra con 2% YR*

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	15.2	15.1	14.89	15.15	15.11	15.09	0.60
M-2	15.03	15.25	14.87	14.75	15.24	15.03	0.19
M-3	15.23	15.02	15.26	15.14	14.84	15.10	0.65
M-4	15.02	14.82	14.82	15.33	15.13	15.02	0.16

Datos que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de cambio dimensional.

**Tabla 31***Porcentajes de variación dimensional (Alto) de la muestra con 2% de YR*

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	10.01	10.29	9.89	10.22	10.07	10.10	0.96
M-2	10.12	10.26	10.12	10.13	9.82	10.09	0.90
M-3	9.82	10.01	10.23	10.27	9.88	10.04	0.42
M-4	10.28	10.17	10.29	9.81	9.97	10.10	1.04

Datos que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de cambio dimensional.

**Tabla 32***Porcentajes de variación dimensional(largo) de la muestra con YR 3%*

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	29.81	29.72	30.23	30.35	30.22	30.07	0.22
M-2	29.01	30.3	29.51	29.98	30.65	29.89	0.37
M-3	30.17	30.26	30.31	30.06	29.85	30.13	0.43
M-4	30.32	29.95	30.37	29.88	30.29	30.18	-0.54

Datos que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de cambio dimensional.

**Tabla 33***Porcentajes de variación dimensional (Ancho) de la muestra con 3% YR*

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	15.22	15.13	14.82	15.01	15.12	15.06	0.40
M-2	15.01	15.29	14.87	14.72	15.22	15.02	0.15
M-3	15.22	15.02	15.27	15.18	14.89	15.12	0.77
M-4	15.45	14.35	14.78	15.22	15.02	14.96	0.24

Datos que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de cambio dimensional.

Tabla 34

Porcentajes de variación dimensional (Alto) de la muestra con 3% de YR

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5		
M-1	10.02	10.22	9.87	10.21	10.24	10.11	1.12
M-2	10.18	10.29	10.17	10.12	9.81	10.11	1.14
M-3	9.85	10.02	10.22	10.22	9.89	10.04	0.40
M-4	10.35	10.85	10.65	9.75	9.25	10.17	1.70

Datos que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de cambio dimencional.

#### 4. Alabeo del ladrillo estabilizado CT (2%,3%) y YR (2%,3%)

Tabla 35

Alabeo de ladrillo estabilizado con CT 2%

Muestra	C.S.		C.I.		Alabeo	
	Ccv (milmt)	Cvx (milmt)	Ccv (milmt)	Cvx (milmt)	Ccv (milmt)	Cvx (milmt)
L. 1	1.60	1.30	1.60	0.70	1.35	1.00
L. 2	1.40	1.50	1.70	1.30	1.70	1.35
L. 3	1.60	1.40	1.40	1.30	1.75	1.25
L. 4	1.30	1.40	1.90	1.20	1.50	1.35

Valores que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de alabeo.

Tabla 36

Alabeo de ladrillo estabilizado con CT 3%

Muestra	C.S.		C.I.		Alabeo	
	Ccv (milmt)	Cvx (milmt)	Ccv (milmt)	Cvx (milmt)	Ccv (milmt)	Cvx (milmt)
L. 1	1.60	1.42	1.60	0.80	1.50	0.96
L. 2	1.60	0.89	1.60	1.50	1.45	1.30
L. 3	1.70	1.50	1.40	1.50	1.45	1.50
L. 4	1.80	1.30	1.30	1.60	1.65	1.10

Valores que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de alabeo.

**Alabeo de un ladrillo estabilizado con YR 2%****Tabla 37***Alabeo de ladrillo estabilizado con YR 2%*

<b>Muestra</b>	<b>C.S.</b>		<b>C.I.</b>		<b>Alabeo</b>	
	<b>Ccv (milmt)</b>	<b>Cvx (milmt)</b>	<b>Ccv (milmt)</b>	<b>Cvx (milmt)</b>	<b>Ccv (milmt)</b>	<b>Cvx (milmt)</b>
L. 1	1.40	0.30	1.30	1.20	1.25	1.05
L. 2	1.50	1.30	1.60	1.10	1.70	1.15
L. 3	1.60	1.30	1.50	1.40	1.60	1.35
L. 4	1.20	1.30	1.60	1.70	1.50	1.75

Valores que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de alabeo.

**Alabeo de un ladrillo estabilizado con YR 3%****Tabla 38***Alabeo de ladrillo estabilizado con YR 3%*

<b>Muestra</b>	<b>C.S.</b>		<b>C.I.</b>		<b>Alabeo</b>	
	<b>Ccv (milmt)</b>	<b>Cvx (milmt)</b>	<b>Ccv (milmt)</b>	<b>Cvx (milmt)</b>	<b>Ccv (milmt)</b>	<b>Cvx (milmt)</b>
L. 1	1.30	1.50	1.40	1.60	1.35	1.55
L. 2	1.50	1.80	1.90	1.70	1.70	1.75
L. 3	1.50	1.20	1.40	1.70	1.45	1.45
L. 4	1.50	1.80	1.70	1.30	1.60	1.55

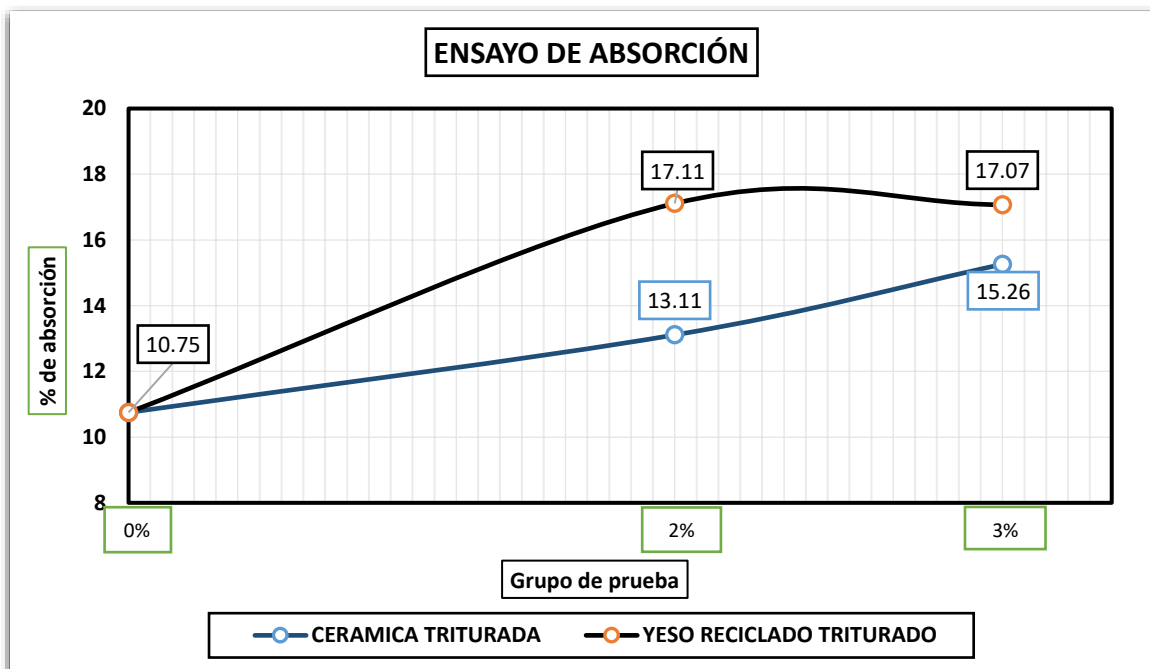
Valores que fueron recavados a partir de los resultados mostrados a travez del ensayo de alabeo.

**Comparativa de la absorción****Tabla 39***Absorción de muestras*

<b>% DE ABSORCIÓN</b>	
Muestra convencional	10.75
M + 2% CT	13.11
M + 3% CT	15.26
M + 2% YRT	17.11
M + 3% YRT	17.07

**Figura 8**

*Ensayo de absorción (comparativa de resultados)*



En el ensayo de absorción, se observa que tanto las muestras con cerámico triturado como las de yeso reciclado triturado presentan un aumento en el porcentaje de absorción a medida que se incrementa la proporción de material reciclado. Las muestras con cerámico triturado comienzan en 10.75% con 0%, subiendo a 13.11% con 2% y alcanzando un 17.11% con 3%. Por otro lado, las muestras con yeso reciclado inician en un 12% con 0%, aumentan a 15.26% con 3%.

### Comparativa del alabeo

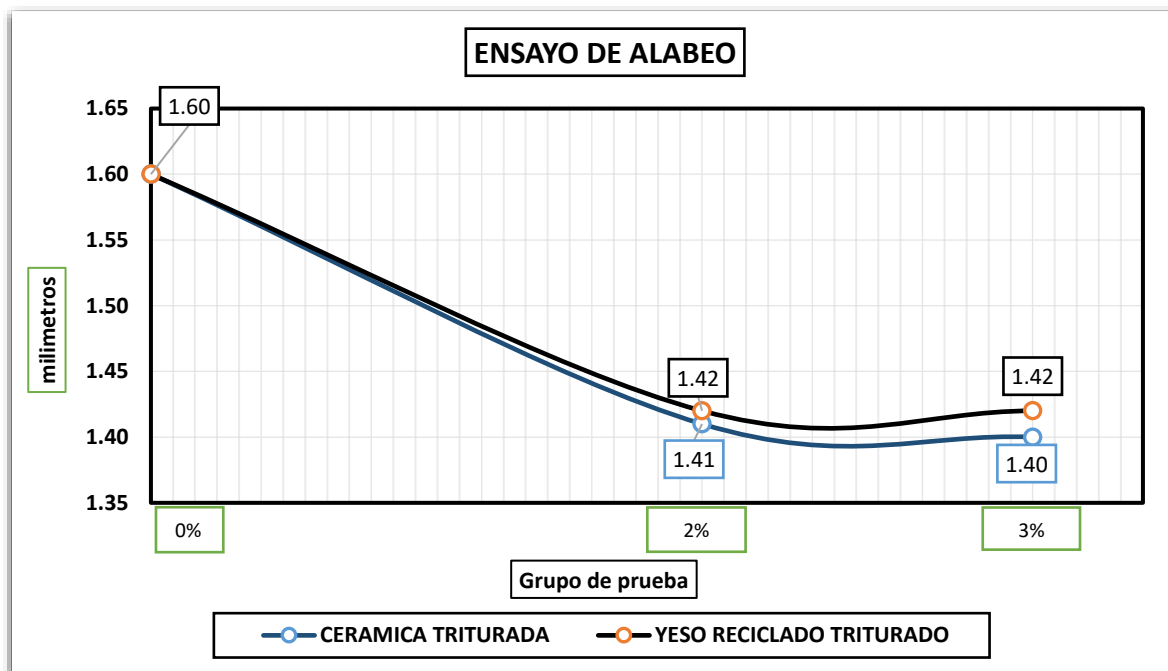
**Tabla 40**

*Alabeo de muestras*

<b>ALABEO (mm)</b>	
Muestra convencional	1.60
M + 2% CT	1.41
M + 3% CT	1.40
M + 2% YRT	1.42
M + 3% YRT	1.42

**Figura 9**

*Ensayo de Alabeo (comparativa de resultados)*



En el ensayo de alabeo, se observa que las muestras con cerámico triturado muestran una disminución gradual en la deformación, comenzando en 1.60 mm con 0% de cerámico, bajando a 1.42 mm con 2% y alcanzando 1.40 mm con 3%. En las muestras con yeso reciclado triturado, la deformación también disminuye con el aumento de la proporción de material, comenzando en 1.50 mm con 0%, descendiendo a 1.42 mm con 3%.

### Comparativa de la succión

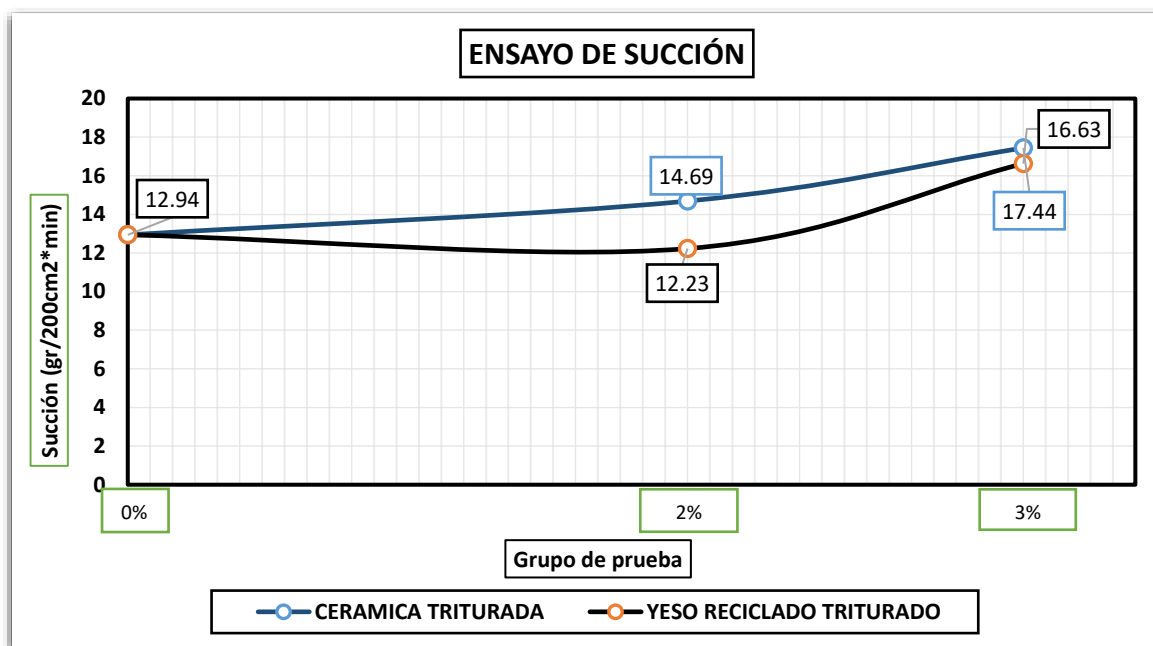
**Tabla 41**

*Ensayo de succión de muestras*

<b>SUCCIÓN (gr/200cm<sup>2</sup>)</b>	
Muestra convencional	12.94
M + 2% CT	14.69
M + 3% CT	17.44
M + 2% YRT	12.23
M + 3% YRT	16.63

**Figura 10**

*Ensayo de succión (comparativa de resultados)*



En el ensayo de succión, las muestras con cerámico triturado muestran un incremento progresivo en la tasa de succión con el aumento del porcentaje de cerámico. Comienzan en 12.94 gr/200cm<sup>2</sup> con 0%, suben a 14.69 g/200cm<sup>2</sup> con 2% y alcanzan 16.63 g/200cm<sup>2</sup> con 3%. En las muestras con yeso reciclado triturado, la succión también aumenta, comenzando en 12.23 g/200cm<sup>2</sup> con 0%, alcanzando 17.44 g/200cm<sup>2</sup> con 3%.

### Comparativa de la variación dimensional

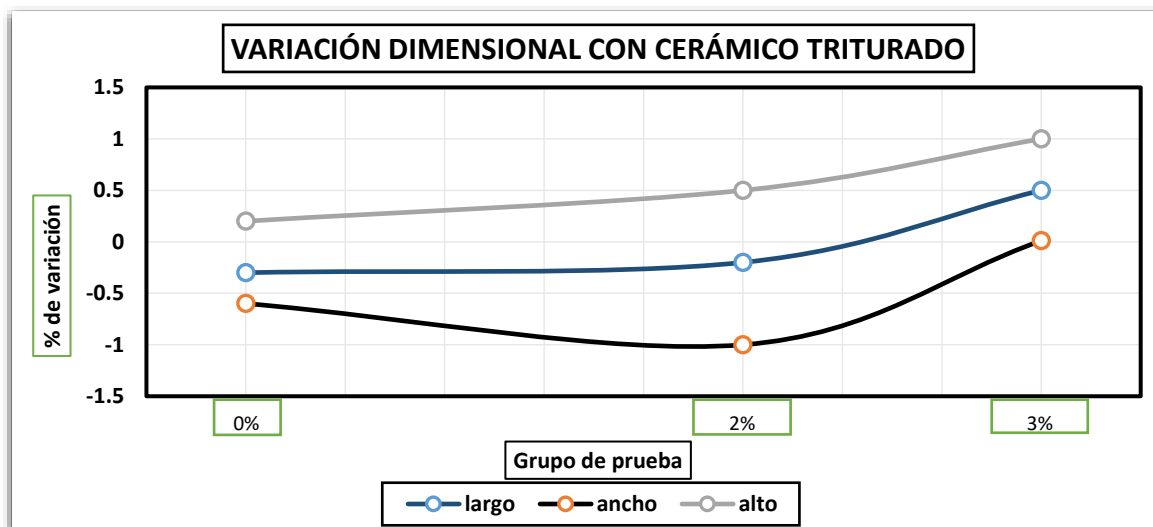
**Tabla 42**

*Ensayo de variación dimensional de muestras*

Descripción	Variación (%)		
	Largo	Ancho	Alto
Muestra convencional	-0.3	-0.6	0.2
M + 2% CT	-0.5	-1.0	-0.5
M + 3% CT	-0.1	0.0	-1.0
M + 2% YRT	-0.3	-0.4	-0.8
M + 3% YRT	-0.2	-0.3	-1.1

**Figura 11**

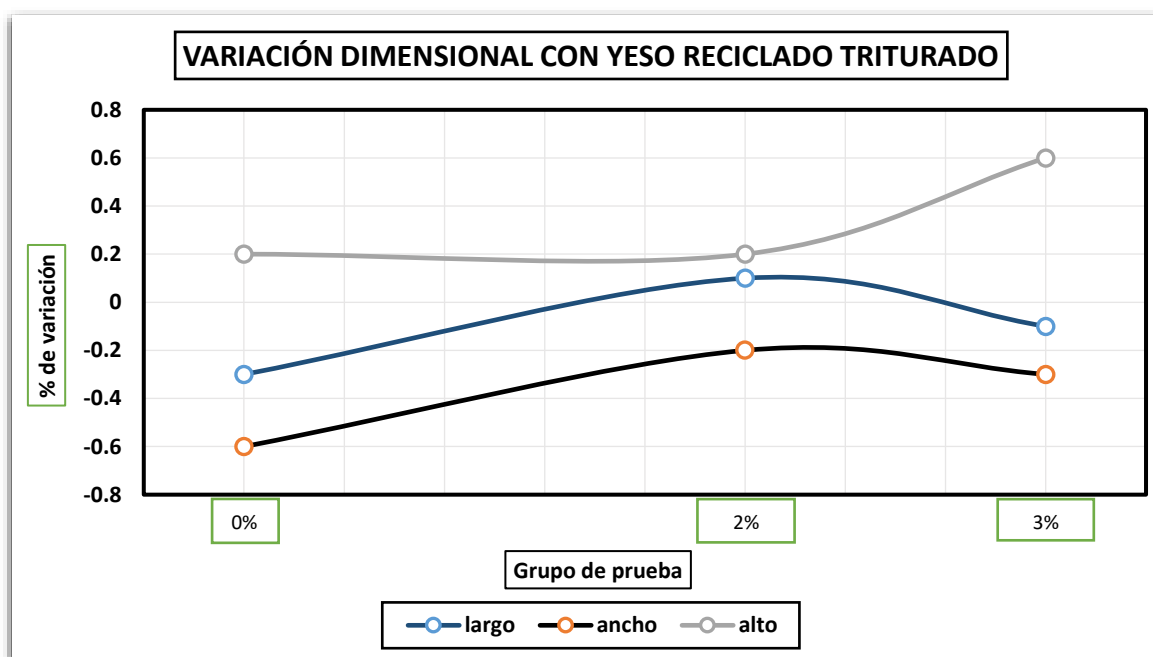
*Ensayo de variación dimensional (comparativa de resultados)*



Se observa que las tres dimensiones (largo, ancho y alto) presentan un comportamiento similar en cuanto a la variación. A medida que aumenta el porcentaje de cerámico, las variaciones en las dimensiones se incrementan. Con 0% de cerámico, todas las dimensiones muestran una ligera disminución en la variación, pero a 3%, la variación en largo, ancho y alto aumenta notablemente, especialmente en la dimensión de largo.

**Figura 12**

*Ensayo de variación dimensional (comparativa de resultados)*



En el ensayo de variación dimensional con cerámico triturado, se observa que las tres dimensiones (largo, ancho y alto) presentan un comportamiento similar en cuanto a la variación. A medida que aumenta el porcentaje de cerámico, las variaciones en las dimensiones se incrementan. Con 0% de cerámico, todas las dimensiones muestran una ligera disminución en la variación, pero a 3%, la variación en largo, ancho y alto aumenta notablemente, especialmente en la dimensión de largo.

#### 4.1.3 Influencia del cerámico triturado y yeso reciclado sobre el ladrillo (mecánicas)

**Tabla 43**

*Resistencia a compresión de ladrillo estabilizado con 2% de CT*

Nº	Descripción De La Muestra	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg.)	Carga F'm (Kg/Cm <sup>2</sup> )
1	L. 1	20.00	10.00	200.00	12432.00	62.16
2	L. 2	20.00	10.00	200.00	12375.00	61.88
3	L. 3	20.00	10.00	200.00	12235.00	61.18
4	L. 4	20.00	10.00	200.00	12098.00	60.49
	<b>promedio</b>					61.43

Compresión de los ladrillos creados con incorporación de 2% CT.

**Tabla 44**

*Resistencia a compresión de ladrillo estabilizado con 3% de CT*

Nº	Descripción De La Muestra	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg.)	Carga F'm (Kg/Cm <sup>2</sup> )
1	L. 1	20.00	10.00	200.00	13340.00	66.70
2	L. 2	20.00	10.00	200.00	13289.00	66.45
3	L. 3	20.00	10.00	200.00	13283.00	66.42
4	L. 4	20.00	10.00	200.00	13352.00	66.76
	<b>promedio</b>					66.58

Compresión de los ladrillos creados con incorporación de 2% CT.

**Capacidad de soporte a fuerzas compresivas de un ladrillo estabilizado con 2% de YR****Tabla 45***Resistencia a compresión de ladrillo estabilizado con 2% de YR*

Nº	Descripción De La Muestra	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg.)	Carga F'm (Kg/Cm <sup>2</sup> )
1	L. 1	20.00	10.00	200.00	12475.00	62.38
2	L. 2	20.00	10.00	200.00	12674.00	63.37
3	L. 3	20.00	10.00	200.00	12468.00	62.34
4	L. 4	20.00	10.00	200.00	12964.00	64.82
	<b>promedio</b>					63.23

Compresión de los ladrillos creados con incorporación de 2% yeso reciclado.

**Capacidad de soporte a fuerzas compresivas de un ladrillo estabilizado con 3% de YR****Tabla 46***Resistencia a compresión de ladrillo estabilizado con 3% de YR*

Nº	Descripción De La Muestra	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg.)	Carga F'm (Kg/Cm <sup>2</sup> )
1	L. 1	20.00	10.00	200.00	12845.00	64.23
2	L. 2	20.00	10.00	200.00	12654.00	63.27
3	L. 3	20.00	10.00	200.00	12862.00	64.31
4	L. 4	20.00	10.00	200.00	12960.00	64.80
	<b>promedio</b>					64.15

Compresión de los ladrillos creados con incorporación de 3% yeso reciclado.

**Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes de un ladrillo estabilizado con 2% de CT****Tabla 47***Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes del ladrillo estabilizado con CT 2%*

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Lectu. (kg.)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
1	L. 1	20.00	10.00	200	250.42	7.826
2	L. 2	20.00	10.00	200	251.66	7.864
3	L. 3	20.00	10.00	200	254.60	7.956

4	L. 4	20.00	10.00	200	249.19	7.787
	<b>promedio</b>					7.858

Flexión de los ladrillos creados con incorporación de 2% cerámica triturada.

**Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes de un ladrillo estabilizado con 3% de**

**CT**

**Tabla 48**

*Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes de ladrillo estabilizado con CT 3%*

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Lectu. (kg.)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
1	L. 1	20.00	10.00	200	270.41	8.450
2	L. 2	20.00	10.00	200	268.64	8.395
3	L. 3	20.00	10.00	200	267.29	8.353
4	L. 4	20.00	10.00	200	271.94	8.498
	<b>promedio</b>					8.424

Flexión de los ladrillos creados con incorporación de 3% cerámica triturada.

**Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes de un ladrillo estabilizado con 2% de**

**YR**

**Tabla 49**

*Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes de ladrillo convencional*

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Lectu. (kg.)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
1	L. 1	20.00	10.00	200	249.17	7.787
2	L. 2	20.00	10.00	200	240.64	7.520
3	L. 3	20.00	10.00	200	242.16	7.568
4	L. 4	20.00	10.00	200	244.91	7.653
	<b>promedio</b>					7.632

Flexión de los ladrillos creados con incorporación de 2% yeso reciclado.

**Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes de un ladrillo estabilizado con 3% de**

**YR**

**Tabla 50**

*Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes de ladrillo estabilizado con YR 3%*

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
1	L. 1	20.00	10.00	200	259.74	8.117
2	L. 2	20.00	10.00	200	257.46	8.046
3	L. 3	20.00	10.00	200	255.94	7.998
4	L. 4	20.00	10.00	200	258.16	8.068
	<b>promedio</b>					<b>8.057</b>

Flexión de los ladrillos creados con incorporación de 3% cerámica triturada.

### Comparativa de resistencias a la compresión y flexión

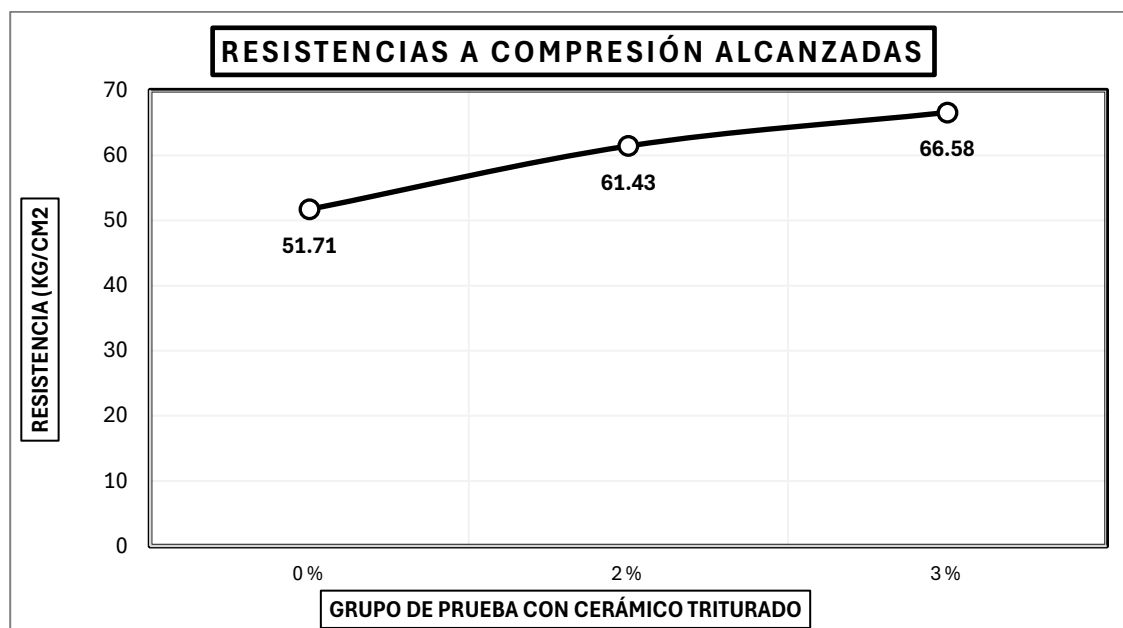
**Tabla 51**

*Muestras elaboradas con distintas cantidades de aditivo*

GRUPO DE PRUEBA	(kg/cm <sup>2</sup> )
LADRILLO BASE	51.71
LADRILLO + CT 2%	61.43
LADRILLO + CT 3%	66.58
LADRILLO + YR 2%	63.23
LADRILLO + YR 3%	64.15

**Figura 13**

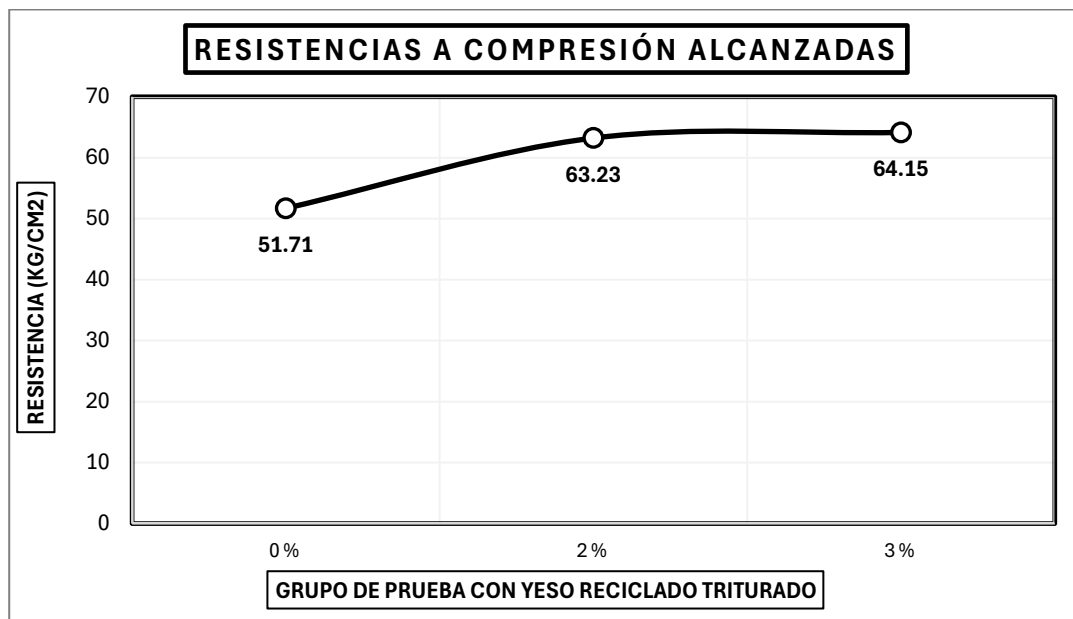
*Resistencias a compresión de las muestras con cerámico triturado*



Las resistencias a compresión de las muestras con cerámico triturado siguen una tendencia de aumento constante. Comenzando en 51.71 kg/cm<sup>2</sup> con un 0% de cerámico, la resistencia incrementa gradualmente hasta alcanzar 66.58 kg/cm<sup>2</sup> con un 3% de cerámico.

**Figura 14**

*Resistencias a compresión de las muestras con yeso reciclado triturado*



Las resistencias a compresión de las muestras con yeso reciclado triturado presentan una tendencia similar a la observada con cerámico triturado, pero con un máximo alcanzado en la mezcla con un 2% de yeso reciclado, donde la resistencia es de 63.23 kg/cm<sup>2</sup>. A partir de ese punto, la resistencia va creciendo ligeramente al incorporar un 3%, quedando en 64.15 kg/cm<sup>2</sup>.

### Comparativa de resistencias a la flexión

**Tabla 52**

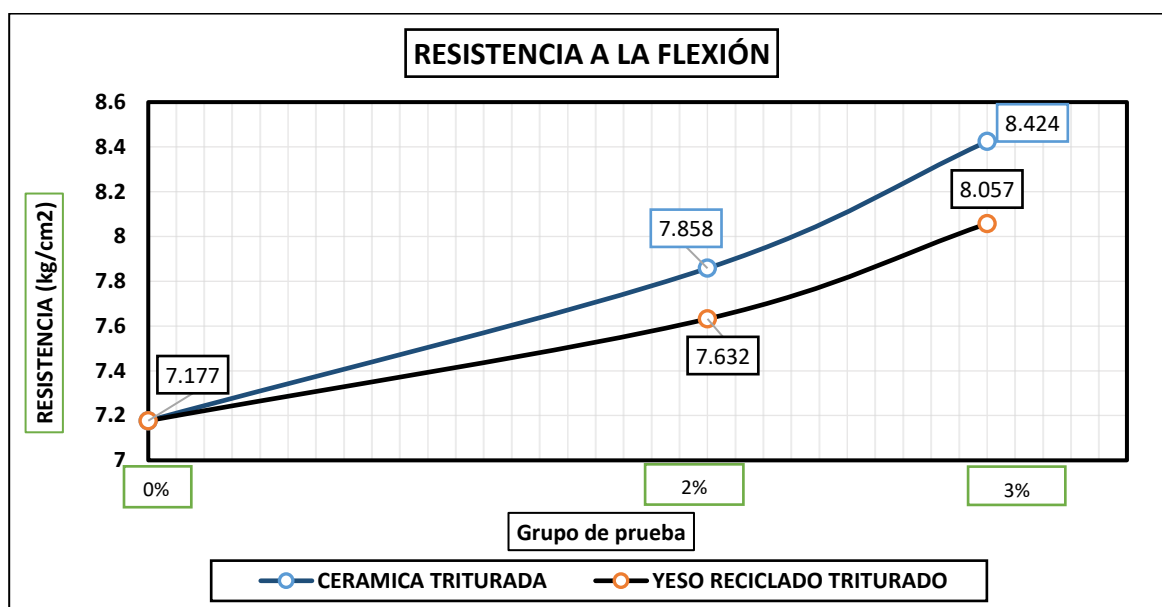
*Muestras elaboradas con distintas cantidades de aditivo*

GRUPO DE PRUEBA	(kg/cm <sup>2</sup> )
LADRILLO BASE	7.177

LADRILLO + CT 2%	7.858
LADRILLO + CT 3%	8.424
LADRILLO + YR 2%	7.632
LADRILLO + YR 3%	8.057

**Figura 15**

*Resistencias a la flexión*



La gráfica presentada muestra el comportamiento de la Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes, comparando dos materiales distintos: cerámica triturada y yeso reciclado triturado, bajo tres concentraciones variables (0%, 2% y 3%). La cerámica triturada exhibe una mayor mejora en comparación con el yeso reciclado triturado, alcanzando una resistencia de 8.424 kg/cm<sup>2</sup> a un 3% de cerámica triturada, mientras que el yeso reciclado, a la misma proporción, se aproxima a los 8.057 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.4 *Discusión de resultados*

En este estudio sobre la incorporación de cerámico triturado (CT) y yeso reciclado triturado (YR) en la fabricación de ladrillos artesanales, los resultados obtenidos a través de las pruebas físicas y mecánicas proporcionan una visión integral sobre el impacto de

estos materiales reciclados en las propiedades de los ladrillos. A continuación, se detallan los hallazgos clave de los experimentos y se discuten sus implicaciones.

El análisis de absorción de agua reveló que la adición de cerámico triturado y yeso reciclado tuvo un efecto directo sobre la capacidad de los ladrillos para retener agua. En las muestras de ladrillo convencional, el porcentaje de absorción fue de 10.75%, mientras que las muestras con cerámico triturado mostraron incrementos progresivos en la absorción. Específicamente, las muestras con 2% de cerámico triturado (CT) alcanzaron un 13.11% de absorción, y las de 3% de cerámico triturado un 15.26%. Esta tendencia refleja un aumento en la porosidad del ladrillo debido a la incorporación del cerámico triturado, lo cual es característico de los materiales reciclados, que suelen tener una estructura más abierta que la arcilla convencional. Por otro lado, las muestras con yeso reciclado (YR) también mostraron un incremento en la absorción, comenzando con 12.23% para las muestras base y alcanzando un 17.11% para las muestras con 3% de yeso reciclado.

Este aumento en la absorción puede interpretarse de dos maneras. Por un lado, un mayor contenido de agua en los ladrillos podría comprometer su durabilidad a largo plazo, especialmente si no se controla adecuadamente. Sin embargo, también podría ser ventajoso en términos de la mejora de la capacidad de los ladrillos para regular la humedad en el ambiente, un factor relevante en ciertos contextos de construcción. La comparación entre los materiales reciclados muestra que el cerámico triturado tiene un efecto más pronunciado en la absorción que el yeso reciclado, lo que podría ser indicativo de que el cerámico ofrece una mayor capacidad de retención de agua.

El alabeo, o deformación del ladrillo durante el secado, es una propiedad crítica en la fabricación de ladrillos de calidad. En este estudio, se observó una disminución en la deformación cuando se incorporaron cerámico triturado y yeso reciclado. Las muestras con cerámico triturado mostraron una reducción del alabeo, pasando de 1.60 mm en el ladrillo convencional a 1.41 mm con 2% de cerámico triturado y a 1.40 mm con 3%. De manera similar, las muestras con yeso reciclado también presentaron una ligera disminución en el



alabeo, alcanzando 1.42 mm con 3% de yeso reciclado, frente a 1.50 mm en el ladrillo convencional.

La reducción en el alabeo con el aumento del contenido reciclado puede ser vista como una mejora en la estabilidad dimensional de los ladrillos. Esto es especialmente importante en la construcción, ya que la deformación de los ladrillos durante el secado o al ser expuestos a cambios de temperatura y humedad puede afectar la calidad y la durabilidad de las estructuras. La capacidad de los materiales reciclados para reducir la deformación sugiere que pueden mejorar la consistencia de los productos finales.

En cuanto a la succión, que mide la rapidez con la que un ladrillo absorbe agua, los resultados también mostraron un aumento en las muestras con cerámico triturado y yeso reciclado. Las muestras con 2% de cerámico triturado alcanzaron una succión de 14.69 gr/200cm<sup>2</sup>, mientras que las de 3% de cerámico triturado alcanzaron 17.44 gr/200cm<sup>2</sup>. En comparación, las muestras con yeso reciclado mostraron una succión más moderada, con un incremento que llegó a 16.63 gr/200cm<sup>2</sup> con 3% de yeso reciclado. Este incremento progresivo en la succión con el aumento de los aditivos reciclados refuerza la observación de que el cerámico triturado tiene una mayor influencia en la porosidad de los ladrillos, lo que podría ser útil para aplicaciones en las que se requiere una mayor capacidad de absorción de humedad.

La variación dimensional se refiere a los cambios en el tamaño de los ladrillos durante el proceso de secado. Este parámetro es esencial para garantizar que los ladrillos se ajusten adecuadamente en las estructuras de construcción. Los resultados mostraron que, en general, las variaciones dimensionales no superaron el 2% en todas las muestras, lo que sugiere que las incorporaciones de cerámico triturado y yeso reciclado no afectan negativamente las dimensiones de los ladrillos. Sin embargo, se observó una ligera tendencia a un aumento de la variación dimensional con la mayor incorporación de cerámico triturado, especialmente en el ancho y la altura de las muestras. Por ejemplo, la muestra con 2% de cerámico triturado presentó una variación de 1.97% en el ancho, lo que fue la variación más alta en todas las pruebas. Esto indica que, si bien las variaciones



dimensionales se mantienen dentro de límites aceptables, un mayor contenido de cerámico triturado puede aumentar la inestabilidad dimensional de los ladrillos.

Las propiedades mecánicas de los ladrillos estabilizados con cerámico triturado y yeso reciclado también mostraron mejoras notables en comparación con los ladrillos convencionales. La Capacidad de soporte a fuerzas compresivas, que mide la capacidad de un material para soportar cargas verticales sin fracturarse, aumentó significativamente con la incorporación de los aditivos reciclados. Las muestras con 2% de cerámico triturado lograron una resistencia de  $61.43 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que las de 3% de cerámico triturado alcanzaron  $66.58 \text{ kg/cm}^2$ . Estos valores superan con creces el valor mínimo de  $50 \text{ kg/cm}^2$  requerido por las normativas para materiales de construcción. Lo mismo ocurrió con las muestras estabilizadas con yeso reciclado, que mostraron una mejora progresiva en la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas, alcanzando  $64.15 \text{ kg/cm}^2$  con 3% de yeso reciclado.

La Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes, que evalúa la capacidad del material para resistir esfuerzos horizontales sin quebrarse, también experimentó una mejora con la adición de cerámico triturado y yeso reciclado. Las muestras con cerámico triturado lograron resistencias a la flexión de hasta  $8.424 \text{ kg/cm}^2$  con 3% de cerámico triturado, mientras que las muestras con yeso reciclado alcanzaron  $8.057 \text{ kg/cm}^2$ . Estos valores indican que los ladrillos con cerámico triturado tienen una mayor capacidad de resistir fuerzas de flexión que aquellos con yeso reciclado, lo que sugiere que el cerámico triturado podría ser un aditivo más eficaz para mejorar la flexibilidad de los ladrillos.

La incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en ladrillos artesanales tiene un impacto positivo en varias propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos. Aunque ambos materiales reciclados incrementan la absorción y succión del agua, también mejoran la resistencia mecánica, tanto a la compresión como a la flexión. Las propiedades de estabilidad dimensional y alabeo también mejoraron, lo que sugiere que estos aditivos reciclados pueden contribuir a la mejora de la calidad general de los ladrillos. Sin embargo, se debe considerar que el cerámico triturado tiene un efecto más



pronunciado en la absorción de agua y las variaciones dimensionales, mientras que el yeso reciclado muestra un comportamiento más moderado. Estos resultados indican que ambos materiales pueden ser utilizados eficazmente en la fabricación de ladrillos, mejorando sus propiedades mecánicas y contribuyendo al desarrollo de soluciones de construcción más sostenibles.



## CONCLUSIONES

**General**, la investigación mostró que los ladrillos artesanales del distrito de Taraco cumplen con los valores mínimos establecidos por la norma E 070 ( $50 \text{ kg/cm}^2$ ) en Capacidad de soporte a fuerzas compresivas, con un valor base de  $51.71 \text{ kg/cm}^2$ . La incorporación de cerámico triturado (CT) y yeso reciclado triturado (YR) en concentraciones de 2% y 3% mejoró significativamente las propiedades mecánicas. Con 3% de CT, la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas aumentó a  $66.58 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que la Capacidad de soporte a fuerzas flexionantes alcanzó  $8.42 \text{ kg/cm}^2$ . La absorción de agua subió a 15.26% y la succión a  $17.44 \text{ gr/200 cm}^2$ , pero la variación dimensional y el alabeo se redujeron, con un alabeo de 1.40 mm para 3% de CT.

**Primera**, los ladrillos artesanales fabricados en el distrito de Taraco presentan una resistencia promedio a la compresión de  $51.71 \text{ kg/cm}^2$  para un ladrillo de tipo I, superando el mínimo requerido por la norma E 070. Para la resistencia a flexión es de  $7.13 \text{ kg/cm}^2$ . En términos de propiedades físicas, tienen un porcentaje de absorción de agua promedio del 10.75%, una succión de  $12.94 \text{ gr/200 cm}^2$  y ligeras variaciones dimensionales.

**Segunda**, la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado mejora significativamente las propiedades físicas de los ladrillos. Con un 2% de cerámico triturado, la absorción de agua se redujo a 14.46%, y con un 3%, bajó a 11.81%, logrando una mejora del 37.57% respecto a los ladrillos convencionales. La succión también disminuyó, mejorando la densidad y compacidad, lo que refuerza la resistencia a la penetración de humedad. Las variaciones dimensionales fueron mínimas, con deformaciones promedio de  $-0.015 \text{ mm}$  en largo,  $-0.025 \text{ mm}$  en ancho y  $0.009 \text{ mm}$  en alto. Estas mejoras se deben a la reducción de la porosidad y la estabilización de las contracciones durante el secado y cocción, haciendo estos ladrillos adecuados para ambientes húmedos.



**Tercera**, Los ladrillos con 2% de cerámico triturado y 2% de yeso reciclado triturado alcanzaron resistencias a la compresión promedio de  $61.43 \text{ kg/cm}^2$  y  $63.23 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente. Con 3% de cerámico y 3% de yeso reciclado, estas resistencias aumentaron a  $66.58 \text{ kg/cm}^2$  y  $64.15 \text{ kg/cm}^2$ , logrando una mejora del 32.42% en comparación con los ladrillos convencionales ( $51.71 \text{ kg/cm}^2$ ). En cuanto a la resistencia a flexión, los valores aumentaron de  $7.17 \text{ kg/cm}^2$  en los ladrillos convencionales a  $8.42 \text{ kg/cm}^2$  con cerámico triturado, lo que representa un incremento del 25.61%.

## RECOMENDACIONES

**Primera**, se recomienda continuar con la investigación y desarrollo de ladrillos artesanales utilizando aditivos reciclados, como cerámico triturado y yeso reciclado, para perfeccionar aún más las proporciones óptimas de estos materiales y su integración en la fabricación. Además, es fundamental fomentar la capacitación de los productores locales en el uso de estos materiales, así como en el control de calidad, con el fin de garantizar productos con una mayor resistencia y durabilidad que puedan competir con alternativas comerciales en el mercado, promoviendo la sostenibilidad y la reducción de residuos en la industria de la construcción.

**Segunda**, realizar estudios adicionales que evalúen el impacto de diferentes proporciones de materiales reciclados, así como la inclusión de otros residuos industriales o agrícolas (como cenizas volantes o fibras naturales), para determinar su efectividad en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos.

**Tercera**, es importante desarrollar investigaciones que analicen el comportamiento de los ladrillos estabilizados con materiales reciclados bajo condiciones ambientales extremas, como ciclos de congelamiento y deshielo, alta humedad, y exposición prolongada al sol, para validar su desempeño en aplicaciones prácticas a largo plazo.

**Cuarta**, realizar estudios complementarios que cuantifiquen el costo-beneficio económico y el impacto ambiental de la incorporación de materiales reciclados en la fabricación de ladrillos. Esto permitirá establecer parámetros de sostenibilidad y viabilidad económica en futuras investigaciones y procesos industriales.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña Vásquez, R. (2014). Características técnicas del ladrillo artesanal del caserío El Frutillo—Bambamarca—Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*.  
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/613>
- Alex, A. Z. E. (2024). *Estudio comparativo de las propiedades del adobe tradicional y el adobe con aplicación de cáscara seca de plátano y polímero reciclado en el Distrito de Ayapata 2024*. <https://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4072>
- Andrade Ruiz, yesica. (2019, noviembre 11). *Registro de Documentos* [Pagina del congreso]. validación de instrumentos.  
[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/biblioteca/Biblio\\_con.nsf/999a45849237d86c052577920082c0c3/96B415B0E5B5C0AA052584AF006B7372](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/biblioteca/Biblio_con.nsf/999a45849237d86c052577920082c0c3/96B415B0E5B5C0AA052584AF006B7372)
- Arauz, A. S., & Aguilar, A. S. (2022). *El yeso en la Arquitectura histórica*. UPM Press.
- Cassese, P., Balestrieri, C., Fenu, L., Asprone, D., & Parisi, F. (2021). In-plane shear behaviour of adobe masonry wallets strengthened with textile reinforced mortar. *Construction and Building Materials*, 306, 124832.  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124832>
- Castillo Bacalla, F. C., García Chumacero, J. M., & Villegas Granados, L. M. (2025). Improvement of adobe brick reinforced with sugarcane Bagasse fiber, rice husk, and metal mesh: Study in Peru. *Innovative Infrastructure Solutions*, 10(5), 161.  
<https://doi.org/10.1007/s41062-025-01978-z>
- Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., & Camargo Casallas, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140-174.  
<https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Chettri, N., Leki, P., Dorji, T. K., Dorji, K., & Gautam, D. (2025). Mechanical characterization and numerical modeling of adobe walls with additives in normal and interlocking



- configurations. *Journal of Building Engineering*, 111, 113454.  
<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2025.113454>
- Cruz Borda, Y., & Perlacios Quispesayhua, M. J. (2021). Analisis comparativo de la mezcla de yeso—Eps y arcilla – eps para mejorar el comportamiento térmico en vivienda- Puno 2021. *Repositorio Institucional - UCV*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60562>
- Deng, S., Zhang, Y., He, B., & Xie, L. (2023). Experimental study of the effects of surface roughness and coatings on bonding at the interface between adobe and cement mortar. *Materials and Structures*, 56(5), 102. <https://doi.org/10.1617/s11527-023-02191-z>
- Depaz Blácido, R. A. (2021). *Influencia en el modulo de rotura y el desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado con inclusión de cal y yeso, Huaraz*.
- Depaz Blácido, R. A. (2022). Módulo de rotura, densidad y desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado con cal y/o yeso. *Aporte Santiaguino*, 15(1), 22-42. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8617586>
- Diaz Zavala, W. (2018). *Análisis de la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas y la adherencia del mortero tradicional con diferentes aglomerantes (arcilla, cal y yeso) en juntas de muros de adobe en el centro poblado de Pata Pata del Distrito de San Jerónimo Provincia y Región Cusco*.  
<https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/2784>
- Falcon Pardave, S. J. (2018). *Coefficientes de corrección de la resistencia en comprensión de prismas de albañilería por efectos de Esbeltez, de unidades de albañilería semi industrial y artesanal, en la ciudad de Huánuco*.
- Fernandez Silva, M. J., & Namuche Paz, F. A. (2023). Optimización de la adherencia y la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas del mortero tradicional con yeso y cal en juntas de muro de canal amunero en la comunidad de San Pedro de Casta,



- provincia Huarochirí. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671891>
- Guelberth, C. R., & Chiras, D. (2023). *The Natural Plaster Book: Earth, Lime and Gypsum Plasters for Natural Homes*. New Society Publishers.
- Guerrero Rivera, M. F. (2019). *Alternativas de estabilización del adobe para disminuir su contracción volumétrica y agrietamiento*. <https://hdl.handle.net/1992/44441>
- He, B., Su, H., Zhang, Y., Pan, W., Deng, S., & Xie, L. (2025). In-Plane Cyclic Behaviour Comparison of Adobe Wall Retrofitted by Mortar Enhanced by Physical and Chemical Methods. *International Journal of Architectural Heritage*, 19(10), 2102-2116. <https://doi.org/10.1080/15583058.2024.2391849>
- Holguino Huarza, A., Olivera Marocho, L., & Escobar Copa, K. U. (2018). Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(3), 289-300. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.394>
- Huamán, G., & Yesica, J. (2019). Diseño de Ladrillo Artesanal con Vidrio Triturado y Puzolana para Mejorar sus Propiedades Físico—Mecánicas. *Repositorio Institucional - UPLA*. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/796>
- Huiza Mencia, A. F., & Mitma Mayta, W. (2022). *Influencia del sulfato de calcio hidratado y cemento en la Capacidad de soporte a fuerzas compresivas y flexión del adobe*. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/4843>
- Jia, Q., Chen, W., & Tong, Y. (2024). Influence of material composition on physical performance of earthen plasters. *Construction and Building Materials*, 417, 135219. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135219>
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. En *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>



- Mohammadi, H., Eslami, A., Banadaki, H. M., & Morshed, R. (2022). *Experimental Evaluation of the In-Plane Cyclic Behavior of Adobe Walls Reinforced with Palm Fibers* (SSRN Scholarly Paper No. 4240441). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4240441>
- Montenegro, V., & Elmer, H. (2016). Evaluación de la producción y mejoramiento de la calidad estructural del ladrillo artesanal producidos en la comunidad del frutillo, Bambamarca, Cajamarca 2016. *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/17020>
- Morales, G. (2023). *Evaluación de la Adición de Yeso Reciclado en la Fabricación de Ladrillos para la Construcción en el Distrito de Taraco, Junín, Perú*. <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/12345>
- Naciri, K., Aalil, I., & Chaaba, A. (2022). Mortero de yeso-cal ecológico con incorporación de ladrillo de desecho reciclado. *Construction and Building Materials*, 325, 126770. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126770>
- Nepomuceno, M. C. S., Isidoro, R. A. S., & Catarino, J. P. G. (2018). Mechanical performance evaluation of concrete made with recycled ceramic coarse aggregates from industrial brick waste. *Construction and Building Materials*, 165, 284-294. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.052>
- Ojeda, D. P. C. (2020). *Universo, población y muestra*.
- Poémape, R., & Patricia, N. (2017). Análisis comparativo de las propiedades del ladrillo artesanal de arcilla y el ladrillo adicionando escoria de horno eléctrico – Distrito de Santa – Ancash – 2017. *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12238>
- Rainer, L., Baca, L. F. G., Matero, F., & Meyer, L. (2025). *Terra 2022: Proceedings of the 13th World Congress on Earthen Architectural Heritage, Sante Fe, New Mexico, USA, June 7-10, 2022*. Getty Publications.
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la Investigación Científica*. Page Publishing Inc.



- Rodríguez, M. C. (2015, abril 10). Educapuntos: Confiabilidad de los Instrumentos (Ejemplos de técnicas de cálculo). *Educapuntos*.  
<https://educapuntos.blogspot.com/2015/04/confiabilidad-de-los-instrumentos.html>
- Santos Jiménez, M. del R. (2018). *Reciclaje de residuos de construcción y demolición (RCD) de tipo cerámico para nuevos materiales de construcción sostenibles* [Phd, E.T.S. de Edificación (UPM)]. <https://oa.upm.es/53564/>
- Sollitto, I. (2022, febrero 16). Tesis y Másters Argentina. *Tesis y Másters Argentina*.  
<https://tesisymasters.com.ar/disenio-experimental-definicion/>
- Torres Baldeon, A. M. (2024). Fabricación de ladrillos ecológicos con residuos de construcción y demolición para su empleo en la mampostería ordinaria. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/15962>
- Ullauri, M. del C. A., Bastidas, M. R., Bustamante, J. R., & Carchipulla, E. C. (2022). El ladrillo artesanal de Cuenca (Ecuador): Una caracterización inicial en el marco patrimonial. *Conservar Património*, 41, 68-94. <https://doi.org/10.14568/cp26915>
- UNIR. (s. f.). *¿Qué es el método científico y para qué se emplea? - Sus 5 pasos*. UNIR México. Recuperado 15 de febrero de 2024, de <https://mexico.unir.net/derecho/noticias/metodo-cientifico/>
- Yetkin, E. G., & Yaman, G. Ö. (2025). Climatic Adaptation-Based Evaluation of Vernacular Anatolian Houses: A Comparative Analysis of Stone and Adobe Materials in Terms of Energy, Environment, and Thermal Comfort. *Buildings*, 15(20), 3660. <https://doi.org/10.3390/buildings15203660>



## ANEXOS



### Anexo. Matriz de Consistencia

Título de tesis: “EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024”				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en las propiedades del ladrillo artesanal producido en el distrito de Taraco 2024?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Evaluar el efecto de la cerámico triturado y yeso reciclado triturado en las propiedades del ladrillo artesanal en el en el distrito de Taraco.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El efecto de la cerámico triturado y yeso reciclado triturado será de manera positiva en las propiedades del ladrillo artesanal en el en el distrito de Taraco.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p><i>CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO</i></p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p><i>Dosificación del ladrillo:</i>  <i>Muestra patrón</i>  <i>MP + 2% CT</i>  <i>MP + 3% CT</i>  <i>MP + 2% YT</i>  <i>MP + 3% YT</i></p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p><i>PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL</i></p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p><i>Propiedades físicas</i>  <i>Propiedades mecánicas</i></p>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p> <p>Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
<p>¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal en el en el distrito de Taraco?</p> <p>¿Cuáles son las propiedades físicas del ladrillo artesanal con la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en proporciones de 2% y 3%?</p> <p>¿Cuáles son las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal con la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en proporciones de 2% y 3%?</p>	<p>Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal en el en el distrito de Taraco.</p> <p>Evaluar las propiedades físicas del ladrillo artesanal con la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en proporciones de 2% y 3%.</p> <p>Evaluar las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal con la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en proporciones de 2% y 3%.</p>	<p>Las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal en el en el distrito de Taraco, cumplirán con la normativa establecida.</p> <p>Las propiedades físicas del ladrillo artesanal mejorarán con la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en proporciones de 2% y 3%.</p> <p>Las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal incrementarán con la incorporación de cerámico triturado y yeso reciclado triturado en proporciones de 2% y 3%.</p>		

## Anexo 2. Panel fotográfico



**Fotografía 1. Cerámico reciclado**



**Fotografía 2. Tamizado de material**



Fotografía 3. Cerámico triturado



Fotografía 4. Material tamizado



**Fotografía 5.** Trituración de yeso reciclado



**Fotografía 6.** Tamizado de yeso reciclado



**Fotografía 7.** Tamizado de yeso reciclado



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



### ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.613

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE:** BACHILLER MAXIMO NINA QUIJCA

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

**FECHA:** 20 DE ENERO DEL 2025

LADRILLO ARTESANAL

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	1336.25	1343.25	100.00	14.00
2	1344.00	1350.25	100.00	12.50
3	1363.38	1369.25	100.00	11.74
4	1348.75	1355.50	100.00	13.50
PROMEDIO FINAL				12.94

LADRILLO + 2% CERÁMICO TRITURADO

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	1392.50	1399.75	100.00	14.50
2	1374.88	1382.25	100.00	14.75
3	1395.88	1403.00	100.00	14.25
4	1385.88	1393.50	100.00	15.25
PROMEDIO FINAL				14.69

LADRILLO + 3% CERÁMICO TRITURADO

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	1410.88	1419.50	100.00	17.25
2	1411.88	1420.63	100.00	17.5
3	1408.13	1416.75	100.00	17.25
4	1414.00	1422.88	100.00	17.75
PROMEDIO FINAL				17.44

LADRILLO + 2% YESO RECICLADO TRITURADO

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	1344.50	1350.63	100.00	12.25
2	1355.50	1361.88	100.00	12.75
3	1354.38	1360.38	100.00	12.00
4	1352.25	1358.21	100.00	11.92
PROMEDIO FINAL				12.23

LADRILLO + 3% YESO RECICLADO TRITURADO

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	1442.50	1450.63	100.00	16.25
2	1453.54	1461.88	100.00	16.67
3	1451.99	1460.38	100.00	16.77
4	1451.33	1459.75	100.00	16.84
PROMEDIO FINAL				16.63

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

M.S.C.

Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP 103257



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



## ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL

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

**FECHA** : 20 DE ENERO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
LADRILLO ARTESANAL	Largo	29.81	30.09	29.87	30.23	30.03	30.01	-0.02
	Ancho	15.22	15.16	14.91	14.97	15.18	15.09	-0.59
	Altura	10.1	10.1	9.94	9.96	9.84	9.99	0.12
LADRILLO ARTESANAL	Largo	29.86	30.22	30.12	29.87	30.17	30.05	-0.16
	Ancho	15.21	15.15	15.11	14.52	14.63	14.92	0.51
	Altura	10.12	10.11	9.92	10.23	9.83	10.04	-0.42
LADRILLO ARTESANAL	Largo	30.12	30.19	30.11	30.13	29.92	30.09	-0.31
	Ancho	14.88	15.12	15.24	15.12	15.29	15.13	-0.87
	Altura	9.99	10.13	10.2	10.22	9.86	10.08	-0.80
LADRILLO ARTESANAL	Largo	29.75	30.46	30.26	30.79	29.65	30.18	-0.61
	Ancho	15.22	15.23	15.53	15.01	15.25	15.25	-1.65
	Altura	10.25	10.12	10.32	9.12	9.32	9.83	1.74

**NOTA:**  
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.  
 P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 30 cm  
 Ancho : 15 cm  
 Altura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - \bar{P}}{\bar{P}} * 100$$

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

*[Firma]*  
 Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP. 103257

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 M.S.C.A.  
 TARIJA



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



## ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

### NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ESTABILIZADO + 2% DE CERÁMICO TRITURADO

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

**FECHA** : 20 DE ENERO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
LADRILLO ESTABILIZADO + 2% CT	Largo	31.1	30.17	29.82	30.13	30.31	30.31	-1.02
	Ancho	15.2	15.27	15.36	15.27	15.38	15.30	-1.97
	Altura	10.22	10.17	10.21	9.98	9.82	10.08	-0.80
LADRILLO ESTABILIZADO + 2% CT	Largo	30.39	30.21	30.16	29.82	30.13	30.14	-0.47
	Ancho	15.34	15.12	15.35	14.61	14.75	15.03	-0.23
	Altura	10.18	9.84	9.23	10.25	10.22	9.94	0.56
LADRILLO ESTABILIZADO + 2% CT	Largo	30.25	30.27	29.84	30.34	30.08	30.16	-0.52
	Ancho	15.01	15.35	14.87	15.24	15.12	15.12	-0.79
	Altura	10.12	10.21	9.77	10.28	10.32	10.14	-1.40
LADRILLO ESTABILIZADO + 2% CT	Largo	29.22	30.34	30.11	30.19	30.38	30.05	-0.16
	Ancho	15.24	15.38	14.93	15.24	15.02	15.16	-1.08
	Altura	10.12	9.89	10.22	9.89	10.07	10.04	-0.38

**NOTA:**  
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.  
 P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 30 cm  
 Ancho : 15 cm  
 Altura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - \bar{P}}{\bar{P}} * 100$$

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP. 103257



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



### ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL NTP 399.613

**PROYECTO :** EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE :** BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA :** LADRILLO ESTABILIZADO + 3% CERÁMICO TRITURADO

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

**FECHA :** 20 DE ENERO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
LADRILLO ESTABILIZADO + 3% CT	Largo	29.8	30.15	30.37	29.79	30.25	30.07	-0.24
	Ancho	14.62	15.37	14.86	15.24	15.15	15.05	-0.32
	Altura	9.83	10.27	10.32	10.14	9.82	10.08	-0.76
LADRILLO ESTABILIZADO + 3% CT	Largo	30.12	30.34	29.89	29.83	30.22	30.08	-0.27
	Ancho	15.14	15.11	14.78	15.47	14.83	15.07	-0.44
	Altura	10.19	9.85	9.94	10.22	10.17	10.07	-0.74
LADRILLO ESTABILIZADO + 3% CT	Largo	30.28	29.83	29.71	29.63	30.32	29.95	0.15
	Ancho	14.82	15.08	14.67	14.94	14.82	14.87	0.89
	Altura	10.1	10.26	10.28	10.33	9.75	10.14	-1.44
LADRILLO ESTABILIZADO + 3% CT	Largo	30.28	30.2	29.98	29.75	29.62	29.97	0.11
	Ancho	15.41	15.22	14.9	14.72	14.99	15.05	-0.32
	Altura	9.9	9.74	10.21	10.35	10.27	10.09	-0.94

**NOTA :**  
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.  
 P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 30 cm  
 Ancho : 15 cm  
 Altura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - \bar{P}}{\bar{P}} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

*Dr. Arnaldo Yana Torres*  
 CIP: 103257



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



### ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ESTABILIZADO + 2% YESO RECICLADO TRITURADO

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

**FECHA** : 20 DE ENERO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
LADRILLO ESTABILIZADO + 2% YRT	Largo	29.81	29.72	30.2	30.33	30.26	30.06	-0.21
	Ancho	15.2	15.1	14.89	15.15	15.11	15.09	-0.60
	Altura	10.01	10.29	9.89	10.22	10.07	10.10	-0.96
LADRILLO ESTABILIZADO + 2% YRT	Largo	29.82	30.17	29.98	29.89	30.32	30.04	-0.12
	Ancho	15.03	15.25	14.87	14.75	15.24	15.03	-0.19
	Altura	10.12	10.26	10.12	10.13	9.82	10.09	-0.90
LADRILLO ESTABILIZADO + 2% YRT	Largo	30.12	30.23	30.32	30.01	29.88	30.11	-0.37
	Ancho	15.23	15.02	15.26	15.14	14.84	15.10	-0.65
	Altura	9.82	10.01	10.23	10.27	9.88	10.04	-0.42
LADRILLO ESTABILIZADO + 2% YRT	Largo	30.33	29.94	30.36	29.87	30.38	30.18	-0.59
	Ancho	15.02	14.82	14.82	15.33	15.13	15.02	-0.16
	Altura	10.28	10.17	10.29	9.81	9.97	10.10	-1.04

**NOTA :**  
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.  
 P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 30 cm  
 Ancho : 15 cm  
 Altura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - \bar{P}}{E} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL  
 Dr. Arnaldo Yara 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



## ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ESTABILIZADO + 3% YESO RECICLADO TRITURADO

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

**FECHA** : 20 DE ENERO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	1 Medición	2 Medición	3 Medición	4 Medición	5 Medición	PROMEDIO	V (%)
LADRILLO ESTABILIZADO + 3% YRT	Largo	29.81	29.72	30.23	30.35	30.22	30.07	-0.22
	Ancho	15.22	15.13	14.82	15.01	15.12	15.06	-0.40
	Altura	10.02	10.22	9.87	10.21	10.24	10.11	-1.12
LADRILLO ESTABILIZADO + 3% YRT	Largo	29.01	30.3	29.51	29.98	30.65	29.89	0.37
	Ancho	15.01	15.29	14.87	14.72	15.22	15.02	-0.15
	Altura	10.18	10.29	10.17	10.12	9.81	10.11	-1.14
LADRILLO ESTABILIZADO + 3% YRT	Largo	30.17	30.26	30.31	30.06	29.85	30.13	-0.43
	Ancho	15.22	15.02	15.27	15.18	14.89	15.12	-0.77
	Altura	9.85	10.02	10.22	10.22	9.89	10.04	-0.40
LADRILLO ESTABILIZADO + 3% YRT	Largo	30.32	29.95	30.37	29.88	30.29	30.16	-0.54
	Ancho	15.45	14.35	14.78	15.22	15.02	14.96	0.24
	Altura	10.35	10.85	10.65	9.75	9.25	10.17	-1.70

**NOTA :**  
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.  
 P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 30 cm  
 Ancho : 15 cm  
 Altura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



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

BIE: B004-00318179



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECIKLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024.

**SOLICITANTE** : Bach. MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL

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

**FECHA** : 20 DE FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
1	A-C1	10.05	9.85	10	98.99	398.00	4.02
2	A-C2	10.01	9.99		100.00	375.00	3.75
3	A-C3	9.98	9.90		98.80	401.00	4.06
4	A-C4	9.81	10.10		99.08	388.00	3.92
promedio							3.94

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
1	A-C1	10.01	9.95	20	99.60	871.00	8.75
2	A-C2	10.07	9.89		99.59	854.00	8.57
3	A-C3	9.91	9.94		98.51	862.00	8.75
4	A-C4	9.89	10.12		100.09	840.00	8.39
promedio							8.62

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
1	A-C1	10.03	9.92	30	99.50	1352.00	13.58
2	A-C2	9.97	9.87		98.40	1240.00	12.60
3	A-C3	9.92	9.88		98.01	1520.00	15.51
4	A-C4	9.88	10.05		99.29	1352.00	13.62
promedio							13.83

OBSERVACIONES:  
 4.- LAS MUESTRAS DE ADOBE FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL  
 Dr. Arnoldo Yana Torres  
 CIP. 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : Bach. MÁXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL + 2% DE CERÁMICO TRITURADO

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

**FECHA** : 20 DE FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MUESTRA CON 2% DE CERÁMICO TRITURADO

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
1	A-C1	10.05	9.85	10	98.99	388.00	3.92
2	A-C2	10.01	9.99		100.00	395.00	3.95
3	A-C3	9.98	9.90		98.80	401.00	4.06
4	A-C4	9.81	10.10		99.08	395.00	3.99
promedio							3.98

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
1	A-C1	10.01	9.95	20	99.60	880.00	8.84
2	A-C2	10.07	9.89		99.59	865.00	8.69
3	A-C3	9.91	9.94		98.51	868.00	8.81
4	A-C4	9.89	10.12		100.09	885.00	8.84
promedio							8.80

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
1	A-C1	10.03	9.92	30	99.50	1465.00	14.72
2	A-C2	9.97	9.87		98.40	1455.00	14.79
3	A-C3	9.92	9.88		98.01	1425.00	14.54
4	A-C4	9.88	10.05		99.29	1399.00	14.09
promedio							14.54

#### OBSERVACIONES:

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



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

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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : Bach. MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL + 3% DE CERÁMICO TRITURADO

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

**FECHA** : 20 DE FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MUESTRA CON 3% DE CERÁMICO TRITURADO

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C1	40.05	19.85	10	98.99	380.00	3.84	
2	A-C2	40.01	19.99		100.00	396.00	3.96	
3	A-C3	39.98	19.90		98.80	410.00	4.15	
4	A-C4	39.81	20.10		99.08	390.00	3.94	
promedio								3.97

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C1	10.01	9.95	20	99.60	888.00	8.92	
2	A-C2	10.07	9.89		99.59	875.00	8.79	
3	A-C3	9.91	9.94		98.51	845.00	8.58	
4	A-C4	9.89	10.12		100.09	865.00	8.64	
promedio								8.73

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C1	10.03	9.92	30	99.50	1522.00	15.30	
2	A-C2	9.97	9.87		98.40	1540.00	15.65	
3	A-C3	9.92	9.88		98.01	1520.00	15.51	
4	A-C4	9.88	10.05		99.29	1552.00	15.63	
promedio								15.52

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

LABORATORIO M.S.C.A.  
UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - COP INGENIERÍA CIVIL  
*D<sup>r</sup>. Arnaldo Yana Torres*  
CIP-103257

BIE: B004-00318179



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO

NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : Bach. MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL + 2% DE YESO RECICLADO TRITURADO

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

**FECHA** : 20 DE FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MUESTRA CON 2% DE YESO RECICLADO TRITURADO

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C1	40.05	19.85	10	98.99	415.00	4.19	
2	A-C2	40.01	19.99		100.00	395.00	3.95	
3	A-C3	39.98	19.90		98.80	401.00	4.06	
4	A-C4	39.81	20.10		99.08	399.00	4.03	
promedio								4.06

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.01	9.95	20	99.60	831.00	8.34	
2	A-C 2	10.07	9.89		99.59	824.00	8.27	
3	A-C 3	9.91	9.94		98.51	892.00	9.06	
4	A-C 4	9.89	10.12		100.09	880.00	8.79	
promedio								8.62

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.03	9.92	30	99.49	1502.00	15.10	
2	A-C 2	9.97	9.87		98.40	1480.00	15.04	
3	A-C 3	9.92	9.88		98.00	1501.00	15.31	
4	A-C 4	9.88	10.05		99.29	1472.00	14.82	
promedio								15.07

#### OBSERVACIONES:

1. LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAS INGENIERIA CIVIL  
 Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES 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 DEL LADRILLO NTP 399.613

#### PROYECTO

EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

#### SOLICITANTE

Bach. MAXIMO NINA QUILCA

#### MUESTRA

LADRILLO ARTESANAL + 3% DE YESO RECICLADO TRITURADO

#### LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

#### FECHA

: 20 DE FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MUESTRA CON 3% DE YESO RECICLADO TRITURADO

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA Fm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.05	9.85	10	98.99	386.00	3.90	
2	A-C 2	10.01	9.99		100.00	378.00	3.78	
3	A-C 3	9.98	9.90		98.80	401.00	4.06	
4	A-C 4	9.81	10.10		99.08	410.00	4.14	
promedio								3.97

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA Fm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.01	9.95	20	99.80	803.00	8.06	
2	A-C 2	10.07	9.89		99.59	881.00	8.85	
3	A-C 3	9.91	9.94		98.51	893.00	9.07	
4	A-C 4	9.89	10.12		100.09	879.00	8.78	
promedio								8.69

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA Fm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.03	9.92	30	99.50	1392	13.99	
2	A-C 2	9.97	9.87		98.40	1401	14.24	
3	A-C 3	9.92	9.88		98.01	1412	14.41	
4	A-C 4	9.88	10.05		99.29	1422	14.32	
promedio								14.24

#### OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CIP INGENIERÍA CIVIL

*Dr. Arnaldo Yana Torres*  
CIP 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : Bach. MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL

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

**FECHA** : 20 DE FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.05	9.85	10	98.99	25.21	0.250	
2	A-C 2	10.01	9.99		100.00	30.10	0.300	
3	A-C 3	9.98	9.90		98.80	40.20	0.410	
4	A-C 4	9.81	10.10		99.08	36.70	0.370	
promedio								0.333

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.01	9.95	20	99.60	87.00	0.870	
2	A-C 2	10.07	9.89		99.59	85.00	0.850	
3	A-C 3	9.91	9.94		98.51	82.00	0.830	
4	A-C 4	9.89	10.12		100.08	74.00	0.740	
promedio								0.823

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.03	9.92	30	99.4976	121.00	1.220	
2	A-C 2	9.97	9.87		98.4039	124.00	1.260	
3	A-C 3	9.92	9.88		98.0096	95.00	0.970	
4	A-C 4	9.88	10.05		99.294	98.00	0.990	
promedio								1.110

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - QAF INGENIERÍA CIVIL  
 Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP. 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

#### PROYECTO

EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARAZO 2024

#### SOLICITANTE

Bach. MAXIMO NINA QUILCA

#### MUESTRA

LADRILLO ARTESANAL + 2% DE CERÁMICO TRITURADO

#### LUGAR

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

#### FECHA

20 DE FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MUESTRA CON 2% DE CERÁMICO TRITURADO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA Fm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.05	9.85	10	98.99	36.45	0.368	
2	A-C 2	10.01	9.99		100.00	30.22	0.302	
3	A-C 3	9.98	9.90		98.80	36.01	0.365	
4	A-C 4	9.81	10.10		99.08	37.54	0.379	
promedio								0.359

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA Fm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.01	9.95	20	99.60	85.25	0.856	
2	A-C 2	10.07	9.89		99.59	89.74	0.901	
3	A-C 3	9.91	9.94		98.51	80.25	0.815	
4	A-C 4	9.89	10.12		100.09	84.95	0.849	
promedio								0.855

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA Fm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.03	9.92	30	99.4976	101.23	1.017	
2	A-C 2	9.97	9.87		98.4039	114.74	1.166	
3	A-C 3	9.92	9.88		98.0096	117.51	1.199	
4	A-C 4	9.88	10.05		99.294	109.32	1.101	
promedio								1.121

#### OBSERVACIONES:

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

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





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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL LADRILLO

NTP 399.613

#### PROYECTO

EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

#### SOLICITANTE

Bach. MAXIMO NINA QUILCA

#### MUESTRA

LADRILLO ARTESANAL + 3% DE CERÁMICO TRITURADO

#### LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

#### FECHA

20 DE FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MUESTRA CON 3% DE CERÁMICO TRITURADO

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
1	A-C 1	10.05	9.85	10	98.99	32.21	0.325
2	A-C 2	10.01	9.99		100.00	34.10	0.341
3	A-C 3	9.98	9.90		98.80	36.20	0.366
4	A-C 4	9.81	10.10		99.08	36.70	0.370
promedio							0.351

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
1	A-C 1	10.01	9.95	20	99.60	82.25	0.826
2	A-C 2	10.07	9.89		99.59	87.12	0.875
3	A-C 3	9.91	9.94		98.51	82.32	0.836
4	A-C 4	9.89	10.12		100.09	74.76	0.747
promedio							0.821

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
1	A-C 1	10.03	9.92	30	99.4976	112.12	1.127
2	A-C 2	9.97	9.87		98.4039	120.03	1.220
3	A-C 3	9.92	9.88		98.0096	114.32	1.166
4	A-C 4	9.88	10.05		99.294	111.32	1.121
promedio							1.159

#### OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CIP INGENIERIA CIVIL  
*Dr. Arnaldo Yana Torres*  
CIP: 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL LADRILLO

NTP 399.613

#### PROYECTO

EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

#### SOLICITANTE

Bach. MAXIMO NINA QUILCA

#### MUESTRA

LADRILLO ARTESANAL + 2% YESO RECICLADO TRITURADO

#### LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

#### FECHA

20 DE FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MUESTRA CON 2% DE YESO RECICLADO TRITURADO

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.05	9.85	10	96.99	33.21	0.335	
2	A-C 2	10.01	9.99		100.00	32.10	0.321	
3	A-C 3	9.98	9.90		98.80	37.20	0.377	
4	A-C 4	9.81	10.10		99.08	38.70	0.391	
promedio								0.356

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.01	9.95	20	99.60	81.85	0.820	
2	A-C 2	10.07	9.89		99.59	85.02	0.854	
3	A-C 3	9.91	9.94		98.51	82.98	0.842	
4	A-C 4	9.89	10.12		100.09	79.20	0.791	
promedio								0.827

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.03	9.92	30	99.4976	114.30	1.149	
2	A-C 2	9.97	9.87		98.4039	109.01	1.108	
3	A-C 3	9.92	9.88		98.0096	111.45	1.137	
4	A-C 4	9.88	10.05		99.294	110.74	1.115	
promedio								1.127

#### OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL LADRILLO NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : Bach. MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL + 3% YESO RECICLADO TRITURADO

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

**FECHA** : 20 DE FEBRERO DEL 2025

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MUESTRA CON 3% DE YESO RECICLADO TRITURADO

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.05	9.85	10	98.99	29.02	0.293	
2	A-C 2	10.01	9.99		100.00	33.11	0.331	
3	A-C 3	9.98	9.90		98.80	36.23	0.367	
4	A-C 4	9.81	10.10		99.08	37.72	0.381	
promedio								0.343

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.01	9.95	20	99.60	85.25	0.856	
2	A-C 2	10.07	9.89		99.59	84.45	0.848	
3	A-C 3	9.91	9.94		98.51	81.98	0.832	
4	A-C 4	9.89	10.12		100.09	82.01	0.819	
promedio								0.839

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	EDAD DIAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	A-C 1	10.03	9.92	30	99.4976	101.32	1.018	
2	A-C 2	9.97	9.87		98.4039	104.41	1.061	
3	A-C 3	9.92	9.88		98.0096	106.10	1.063	
4	A-C 4	9.88	10.05		99.294	105.32	1.051	
promedio								1.056

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

M.S.C.A. JEFATURA

Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP. 103257



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



### ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP 399.613

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024  
**SOLICITANTE:** BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA  
**MUESTRA:** LADRILLO ARTESANAL  
**LUGAR:** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
**FECHA:** 20 DE ENERO DEL 2025

**ABSORCION**

$$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A = PESO DE LADRILLO SECO  
B = PESO DE LADRILLO SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	10702	10798	10874	10765
B=	11969	11926	11965	11917

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE LADRILLO SECO	PESO DE LADRILLO SATURADO	% ABSORCION
1	MUESTRA NORMAL	M - 1	10702.00	11969.00	11.84%
2	MUESTRA NORMAL	M - 2	10798.00	11926.00	10.45%
3	MUESTRA NORMAL	M - 3	10874.00	11965.00	10.03%
4	MUESTRA NORMAL	M - 4	10765.00	11917.00	10.70%
					10.75%

OBSERVACIONES: DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 22 % DE ABSORCIÓN



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL  
*Dr. Arnaldo Ana Torres*  
CIP: 103257



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



### ENSAYO DE ABSORCION

NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER MÁXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ESTABILIZADO + 2% CERÁMICA TRITURADA

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

**FECHA** : 20 DE ENERO DEL 2025

**ABSORCION**

$$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A = PESO DE LADRILLO SECO  
B = PESO DE LADRILLO SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	10966	10971	10981	10995
B=	12355	12423	12445	12447

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE LADRILLO SECO	PESO DE LADRILLO SATURADO	% ABSORCION
1	LADRILLO ESTABILIZADO +2%	M - 1	10966.00	12355.00	12.67
2	LADRILLO ESTABILIZADO +2%	M - 2	10971.00	12423.00	13.23
3	LADRILLO ESTABILIZADO +2%	M - 3	10981.00	12445.00	13.33
4	LADRILLO ESTABILIZADO +2%	M - 4	10995.00	12447.00	13.21

**OBSERVACIONES** : DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 22 % DE ABSORCIÓN

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
LABORATORIO M.S.C.A. (FEATUR) JULIACA  
Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE ABSORCION

NTP 399.613

**PROYECTO** EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** LADRILLO ESTABILIZADO + 3% CERÁMICA TRITURADA

**LUGAR** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA** 20 DE ENERO DEL 2025

**ABSORCION**

$$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A = PESO DE LADRILLO SECO  
B = PESO DE LADRILLO SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11091	11088	11122	11078
B=	12783	12771	12801	12797

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE LADRILLO SECO	PESO DE LADRILLO SATURADO	% ABSORCION
1	LADRILLO ESTABILIZADO + 3%	M - 1	11091.00	12783.00	15.26
2	LADRILLO ESTABILIZADO + 3%	M - 2	11088.00	12771.00	15.18
3	LADRILLO ESTABILIZADO + 3%	M - 3	11122.00	12801.00	15.10
4	LADRILLO ESTABILIZADO + 3%	M - 4	11078.00	12797.00	15.52

**OBSERVACIONES:** DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 22 % DE ABSORCIÓN



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CIVIL  
*Dr. Arnaldo Yana Torres*  
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE ABSORCION

NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ESTABILIZADO + 2% YESO RECICLADO TRITURADO

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

**FECHA** : 20 DE ENERO DEL 2025

### ABSORCION

$$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$$

A = PESO DE LADRILLO SECO  
 B = PESO DE LADRILLO SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11412	11498	11632	11620
B=	13347	13445	13770	13500

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE LADRILLO SECO	PESO DE LADRILLO SATURADO	% ABSORCION
1	LADRILLO ESTABILIZADO + 2%	M - 1	11412.00	13347.00	16.96
2	LADRILLO ESTABILIZADO + 2%	M - 2	11498.00	13445.00	16.93
3	LADRILLO ESTABILIZADO + 2%	M - 3	11632.00	13770.00	18.38
4	LADRILLO ESTABILIZADO + 2%	M - 4	11620.00	13500.00	16.18
					17,31

**OBSERVACIONES** : DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 22 % DE ABSORCION

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 LABORATORIO M.S.C. JULIACA  
 FICP - OAP INGENIERIA CIVIL  
 Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERECES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE ABSORCION

NTP 399.613

EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**PROYECTO**

**SOLICITANTE**  
**MUESTRA**

BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA  
LADRILLO ESTABILIZADO + 3% YESO RECICLADO TRITURADO

**LUGAR**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

**FECHA**

20 DE ENERO DEL 2025

MECANICA		ABSORCION		CONCRETO Y ASFALTOS	
B=	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	A=	PESO DE LADRILLO SECO		
		B=	PESO DE LADRILLO SATURADO		

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11380	11498	11690	11589
B=	13390	13411	13734	13501

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE LADRILLO SECO	PESO DE LADRILLO SATURADO	% ABSORCION
1	LADRILLO ESTABILIZADO + 3%	M - 1	11380.00	13390.00	17.66
2	LADRILLO ESTABILIZADO + 3%	M - 2	11498.00	13411.00	16.64
3	LADRILLO ESTABILIZADO + 3%	M - 3	11690.00	13734.00	17.49
4	LADRILLO ESTABILIZADO + 3%	M - 4	11589.00	13501.00	16.50
					17.07

OBSERVACIONES: DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 22 % DE ABSORCION



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERECES VELASQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

*Dr. Arnaldo Yana Torres*  
CIP: 103257



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



### ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

**PROYECTO :** EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE :** BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA :** LADRILLO CONVENCIONAL

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

**FECHA :** 20 DE ENERO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	LADO (mm)	MEDIO (mm)	LADO(mm)	ALABEO
LADRILLO ARTESANAL	CARA SUPERIOR	1.60	0.00	1.50	1.65
	CARA INFERIOR	1.70	0.00	1.40	1.45
LADRILLO ARTESANAL	CARA SUPERIOR	1.70	0.00	1.80	1.60
	CARA INFERIOR	1.50	0.00	1.60	1.70
LADRILLO ARTESANAL	CARA SUPERIOR	1.80	0.00	1.60	1.70
	CARA INFERIOR	1.60	0.00	1.30	1.45
LADRILLO ARTESANAL	CARA SUPERIOR	1.70	0.00	1.70	1.60
	CARA INFERIOR	1.50	0.00	1.60	1.65

**NOTA :**

E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 30 cm

Ancho : 15 cm

Altura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - \bar{P}}{\bar{P}} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER - MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ESTABILIZADO + 2% CERÁMICA TRITURADA

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

**FECHA** : 20 DE ENERO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	LADO (mm)	MEDIO (mm)	LADO(mm)	ALABEO
LADRILLO ESTABILIZADO + 2% CT	CARA SUPERIOR	1.20	0.00	1.20	1.35
	CARA INFERIOR	1.50	0.00	0.80	1.00
LADRILLO ESTABILIZADO + 2% CT	CARA SUPERIOR	1.60	0.00	1.30	1.70
	CARA INFERIOR	1.80	0.00	1.40	1.35
LADRILLO ESTABILIZADO + 2% CT	CARA SUPERIOR	1.90	0.00	1.30	1.75
	CARA INFERIOR	1.60	0.00	1.20	1.25
LADRILLO ESTABILIZADO + 2% CT	CARA SUPERIOR	1.40	0.00	1.30	1.50
	CARA INFERIOR	1.60	0.00	1.40	1.35

**NOTA :**

E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 30 cm.

Ancho : 15 cm

Alfura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"  
 FICP - CIP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP: 103257



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



### ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024  
**SOLICITANTE** : BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA  
**MUESTRA** : LADRILLO ESTABILIZADO + 3% CERÁMICA TRITURADA  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
**FECHA** : 20 DE ENERO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	LADO (mm)	MEDIO (mm)	LADO(mm)	ALABEO
LADRILLO ESTABILIZADO +3% CT	CARA SUPERIOR	1.50	0.00	1.02	1.60
	CARA INFERIOR	1.70	0.00	0.90	0.96
LADRILLO ESTABILIZADO +3% CT	CARA SUPERIOR	1.90	0.00	0.99	1.65
	CARA INFERIOR	1.40	0.00	1.60	1.30
LADRILLO ESTABILIZADO +3% CT	CARA SUPERIOR	1.60	0.00	1.70	1.55
	CARA INFERIOR	1.50	0.00	1.30	1.50
LADRILLO ESTABILIZADO +3% CT	CARA SUPERIOR	1.30	0.00	1.10	1.55
	CARA INFERIOR	1.80	0.00	1.10	1.10

**NOTA:**  
E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.  
P : Medida promedio de ensayo.

$$V(\%) = \frac{E - \bar{P}}{\bar{P}} * 100$$

Largo : 30 cm  
Ancho : 15 cm  
Altura : 10 cm

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



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



### ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

**SOLICITANTE** : BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA

**MUESTRA** : LADRILLO ESTABILIZADO + 2% YESO RECICLADO TRITURADO

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

**FECHA** : 20 DE ENERO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	LADO (mm)	MEDIO (mm)	LADO(mm)	ALABEO
LADRILLO ESTABILIZADO +2% YRT	CARA SUPERIOR	1.20	0.00	0.90	1.25
	CARA INFERIOR	1.30	0.00	1.20	1.05
LADRILLO ESTABILIZADO +2% YRT	CARA SUPERIOR	1.80	0.00	1.20	1.70
	CARA INFERIOR	1.60	0.00	1.10	1.15
LADRILLO ESTABILIZADO +2% YRT	CARA SUPERIOR	1.70	0.00	1.30	1.60
	CARA INFERIOR	1.50	0.00	1.40	1.35
LADRILLO ESTABILIZADO +2% YRT	CARA SUPERIOR	1.40	0.00	1.80	1.50
	CARA INFERIOR	1.60	0.00	1.70	1.75

**NOTA:**  
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.  
 P : Medida promedio de ensayo.  
 Largo : 30 cm  
 Ancho : 15 cm  
 Altura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL  
 M.S.C.A. JEFATURA  
 Dr. Arnoldo Yana Torres  
 D.P. 103257



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



### ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

**PROYECTO :** EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024  
**SOLICITANTE :** BACHILLER MAXIMO NINA QUILCA  
**MUESTRA :** LADRILLO ESTABILIZADO + 3% YESO RECICLADO TRITURADO  
**LUGAR :** LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
**FECHA :** 20 DE ENERO DEL 2025

MUESTRA	DIMENSION	LADO (mm)	MEDIO (mm)	LADO(mm)	ALABEO
LADRILLO ESTABILIZADO +3% YRT	CARA SUPERIOR	1.30	0.00	1.50	1.35
	CARA INFERIOR	1.40	0.00	1.60	1.55
LADRILLO ESTABILIZADO +3% YRT	CARA SUPERIOR	1.50	0.00	1.80	1.70
	CARA INFERIOR	1.90	0.00	1.70	1.75
LADRILLO ESTABILIZADO +3% YRT	CARA SUPERIOR	1.50	0.00	1.20	1.45
	CARA INFERIOR	1.40	0.00	1.70	1.45
LADRILLO ESTABILIZADO +3% YRT	CARA SUPERIOR	1.50	0.00	1.80	1.60
	CARA INFERIOR	1.70	0.00	1.30	1.55

**NOTA :**

E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.  
P : Medida promedio de ensayo.  
Largo : 30 cm  
Ancho : 15 cm  
Altura : 10 cm

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$



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



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 17/11/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MAXIMO NINA QUILCA

Dirección: Jr. JOSE BALTA 878

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 42225027

Teléfono: 901 214 834 email: Ninaquilcam@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: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO TRITURADO Y YESO  
RECICLADO TRITURADO EN LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO  
ARTESANAL PRODUCIDO EN EL DISTRITO DE TARACO 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): LADRILLO, CONVENCIONAL, ESTABILIZAR, COMPARAR, RESISTENCIA, TRACCIÓN

¿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

17/11/2025

Fecha