



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA
Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL
LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN
LA PROVINCIA DE PUNO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI

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

**INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA
Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL
LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN
LA PROVINCIA DE PUNO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:

Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1725-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 17 de diciembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 12612 presentado por el (la) Bachiller: **FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI** 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. **FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUÑO 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

RESUELVE:

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

- **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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

ARTICULO TERCERO.- APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUÑO 2025** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : lunes 22 de diciembre del 2025
- **HORA** : 09:30 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. VILLAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Inten



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1519-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU-10982 por el señor (a): **FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN** (borrador de tesis), el **PROVEIDO - N° 1060-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 154 - 2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 154 - 2025 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito 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): **FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. OSCAR V. VIANORTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730
cc:
Archivo
interesado (a)


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. FRIEDWILLY MAMANI APAZO
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
JULIACA



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1173-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 30 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU-8031, presentado por el señor (a) **FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 858-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 121-2025 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): **FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 121-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulada: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA CON CENIZA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

5%

2

repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

1%

5

ia801201.us.archive.org

Fuente de Internet

<1%

6

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

<1%

7

repositorio.upsc.edu.pe

Fuente de Internet

<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41694316
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-2936-5472
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02442876
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Latitud: S 15° 50' 23" Longitud: O 70° 01' 18"  https://maps.app.goo.gl/hKfXJjAxiZlFzchVA
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Septiembre 2025 – Diciembre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de Materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00


Dr. Fritz Willy Mamani Apasa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI, identificado con DNI

Nro. 41694316, 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:

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS

DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL

PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliana 13 de enero del 2026


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

A mis padres, a quienes les debo la fuerza para enfrentar cada desafío. Con amor y apoyo incondicional, su paciencia, sabiduría y esfuerzo han sido la base que me ha permitido llegar hasta aquí. Este es su logro tan igual como es el mío, porque sin su sacrificio y siempre alentador, ninguno de nosotros habría llegado tan lejos. Gracias por ser el faro en mi vida y estar siempre a mi lado, guiarme por sus ejemplos y enseñanzas. Lo debo todo a ustedes y mi agradecimiento siempre será infinito.



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, me gustaría agradecer a Dios, que es la fuente de toda sabiduría, fuerza y amor. Sin su guía y bendiciones, este proyecto no habría sido completado. Doy las gracias por darme la oportunidad de aprender, crecer y seguir adelante con esto en todo momento. Suelo decir que su presencia en mi vida es el mayor pilar en mi desempeño. Mi sincero agradecimiento a todas las personas que ha estado en este viaje conmigo. A mis padres, por su amor y dedicación y por seguir siendo mi fortaleza. A mis profesores y consejeros, por darme su conocimiento y tiempo. A mis amigos y compañeros que siempre han confiado en mí y me motivaron durante mi desempeño. A todas las personas que de alguna manera contribuyeron a esta realización y formación, gracias sinceramente. Este logro es de ustedes y siempre lo tendré en mi corazón conmigo.



ÍNDICE GENERAL

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.....	13
1.2 Planteamiento del problema.....	15
1.2.1 Problema general.....	15
1.2.2 Problemas específicos.....	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación de la investigación.....	16
1.4.1 Justificación técnica.....	16
1.4.2 Justificación económica.....	17
1.4.3 Justificación social.....	17
1.4.4 Justificación ambiental.....	18
1.5 Hipótesis de la investigación.....	19
1.5.1 Hipótesis general.....	19
1.5.2 Hipótesis específicas.....	19
1.6 Variables e indicadores.....	19
1.6.1 Variable independiente.....	19
1.6.2 Variable dependiente.....	19
1.7 Operacionalización de variables.....	21



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	22
2.1.1	Antecedentes internacionales	22
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	24
2.1.3	Antecedentes locales.....	26
2.2	Bases teóricas	27
2.2.1	Normativa E.070	27
2.2.1.1	Unidades de albañilería	28
2.2.1.2	Ladrillos	29
2.2.2	Ladrillos artesanales	34
2.2.2.1	Tipos de ladrillos (E.070)	36
2.2.2.2	Tipologías de ladrillos según la estructura	37
2.2.2.3	Proceso de fabricación de los ladrillos artesanales	38
2.2.2.4	Ventajas y desventajas de los ladrillos artesanales	40
2.2.3	Propiedades de ladrillos	41
2.2.4	Arcilla cocida reciclada	43
2.2.4.1	Aplicaciones en la construcción	43
2.2.5	Cenizas de horno	44
2.2.5.1	Propiedades y aplicaciones	45
2.3	Marco conceptual.....	46
2.3.1.	Arcilla cocida reciclada.....	46
2.3.2.	Cenizas de horno	46
2.3.3.	Ladrillo artesanal.....	47
2.3.4.	Propiedades de los ladrillos.....	47

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de la investigación	48
3.2	Tipo de investigación	49
3.3	Nivel de investigación	50
3.4	Diseño de la investigación.....	50
3.5	Método de la investigación.....	51
3.6	Población y muestra de la investigación.....	51
3.6.1	Población.....	51



3.6.2 Muestra	52
3.7 Técnicas e instrumentos	53
3.7.1 Técnicas	53
3.7.2 Instrumentos.....	53
3.8 Validación y confiabilidad del instrumento	54
3.8.1 Validación	54
3.8.2 Confiabilidad.....	54
3.9 Plan de recolección de datos	55
3.9.1 Análisis e interpretación de los resultados	65

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos.....	66
4.1.1 Identificación las características de los ladrillos artesanales fabricados en la provincia de Puno.....	68
4.1.2 Propiedades físicas de los ladrillos artesanales con la inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables	72
4.1.3 Propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales con la inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables	84
4.2 Discusión de Resultados	90
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFÍA.....	96
ANEXOS.....	103



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Operacionalización de variables</i>	21
Tabla 2	<i>Cantidades de muestras para los ensayos</i>	52
Tabla 3	<i>Componentes químicos de la arcilla cocida</i>	57
Tabla 4	<i>Peso del material (arcilla) para el ladrillo</i>	58
Tabla 5	<i>Procesos de recolección de datos</i>	60
Tabla 6	<i>Gradación del material- M.01</i>	66
Tabla 7	<i>Gradación del material- M.02</i>	67
Tabla 8	<i>Limites</i>	67
Tabla 9	<i>Variaciones sobre las dimensiones en los ladrillos</i>	68
Tabla 10	<i>Alabeos presentes en los ladrillos</i>	69
Tabla 11	<i>Absorciones presentes en los ladrillos</i>	69
Tabla 12	<i>Ladrillos analizados en resistencias compresivas</i>	70
Tabla 13	<i>Ladrillos analizados en resistencias de pilas</i>	71
Tabla 14	<i>Variaciones sobre las dimensiones en los ladrillos con 7% ACRE</i>	73
Tabla 15	<i>Variaciones sobre las dimensiones en los ladrillos con 14% ACRE</i>	74
Tabla 16	<i>Variaciones sobre las dimensiones en los ladrillos con 7% CEHO</i>	75
Tabla 17	<i>Variaciones sobre las dimensiones en los ladrillos con 14% CEHO</i>	76
Tabla 18	<i>Variaciones sobre las dimensiones</i>	77
Tabla 19	<i>Alabeos presentes en los ladrillos con 7% ACRE</i>	78
Tabla 20	<i>Alabeos presentes en los ladrillos con 14% ACRE</i>	78
Tabla 21	<i>Alabeos presentes en los ladrillos con 7% CEHO</i>	79
Tabla 22	<i>Alabeos presentes en los ladrillos con 14% CEHO</i>	79
Tabla 23	<i>Alabeos presentes en los ladrillos</i>	80
Tabla 24	<i>Absorciones presentes en los ladrillos con 7% ACRE</i>	81
Tabla 25	<i>Absorciones presentes en los ladrillos con 14% ACRE</i>	81
Tabla 26	<i>Absorciones presentes en los ladrillos con 7% CEHO</i>	82
Tabla 27	<i>Absorciones presentes en los ladrillos con 14% CEHO</i>	82
Tabla 28	<i>Absorciones presentes en los ladrillos</i>	83
Tabla 29	<i>Ladrillos con 7% de ACRE analizados en resistencias compresivas</i>	84
Tabla 30	<i>Ladrillos con 14% de ACRE analizados en resistencias compresivas</i>	84
Tabla 31	<i>Ladrillos con 7% de CEHO analizados en resistencias compresivas</i>	85
Tabla 32	<i>Ladrillos con 14% de CEHO analizados en resistencias compresivas</i>	85
Tabla 33	<i>Ladrillos analizados en resistencias compresivas</i>	86
Tabla 34	<i>Ladrillos con 7% de ACRE analizados en resistencias de pilas</i>	87



Tabla 35	<i>Ladrillos con 14% de ACRE analizados en resistencias de pilas</i>	87
Tabla 36	<i>Ladrillos con 7% de CEHO analizados en resistencias de pilas.....</i>	88
Tabla 37	<i>Ladrillos con 14% de CEHO analizados en resistencias de pilas.....</i>	88
Tabla 38	<i>Ladrillos analizados en resistencias de pilas.....</i>	89



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ladrillos</i>	30
Figura 2	<i>La arcilla</i>	32
Figura 3	<i>Ladrillos artesanales de Puno</i>	55
Figura 4	<i>Moldes de los ladrillos</i>	56
Figura 5	<i>Arcilla cocida reciclada</i>	57
Figura 6	<i>Cenizas de horno</i>	58
Figura 7	<i>Absorciones presentes en los ladrillos</i>	70
Figura 8	<i>Ladrillos analizados en resistencias compresivas</i>	71
Figura 9	<i>Ladrillos analizados en resistencias de pilas</i>	72
Figura 10	<i>Alabeos presentes en los ladrillos</i>	80
Figura 11	<i>Absorciones presentes en los ladrillos</i>	83
Figura 12	<i>Ladrillos analizados en resistencias compresivas</i>	86
Figura 13	<i>Ladrillos analizados en resistencias de pilas</i>	89



RESUMEN

Esta investigación, denominada "Influencia de la incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno sobre las propiedades del ladrillo artesanal producidos en la provincia de Puno 2025", tuvo como objetivo evaluar el impacto de estos materiales en las propiedades de los ladrillos artesanales. Se utilizó un diseño experimental con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y tipo aplicado. Los ladrillos artesanales presentaron una baja variabilidad dimensional, con promedios de 21.21 cm en longitud, 11.78 cm en ancho, 7.37 cm en altura. La absorción de agua fue de 19.95%, cumpliendo con los límites normativos. La resistencia a la compresión promedio fue de 51.53 kg/cm², mientras que la resistencia de pilas fue de 36.60 kg/cm². La incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones de 7% y 14% mejoró las propiedades físicas, manteniendo las variaciones dimensionales y el alabeo mínimos. La absorción de agua disminuyó a 18.60% con 7% de ambos materiales, y a 17.29% con 14%. Los ladrillos con solo cenizas de horno presentaron 18.16% con 7% y 16.92% con 14%. En resistencia a la compresión, los ladrillos con 7% de cenizas de horno alcanzaron 61.06 kg/cm², mientras que los de 7% de arcilla cocida reciclada llegaron a 57.52 kg/cm². En la resistencia de pilas, los ladrillos con 7% de arcilla cocida reciclada tuvieron 40.24 kg/cm², mientras que los de 7% de cenizas de horno llegaron a 43.65 kg/cm². Se concluye que la incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno presenta un mejoramiento en las propiedades de los ladrillos artesanales, especialmente con la incorporación del 7% de cenizas de horno ya que mostraron la mayor mejora en resistencia.

Palabras Clave: Arcilla cocida reciclada, Cenizas de horno, Ladrillo artesanal y Propiedades del ladrillo.



ABSTRACT

This research, entitled "Influence of the incorporation of recycled fired clay and kiln ash on the properties of handmade bricks produced in the province of Puno 2025," aimed to evaluate the impact of these materials on the properties of handmade bricks. An experimental design with a quantitative approach, explanatory level, and applied type was used. The handmade bricks showed low dimensional variability, with averages of 21.21 cm in length, 11.78 cm in width, and 7.37 cm in height. Water absorption was 19.95%, complying with regulatory limits. The average compressive strength was 51.53 kg/cm², while the stacking strength was 36.60 kg/cm². The incorporation of recycled fired clay and furnace ash in proportions of 7% and 14% improved the physical properties, keeping dimensional variations and warping to a minimum. Water absorption decreased to 18.60% with 7% of both materials and to 17.29% with 14%. Bricks with only furnace ash presented 18.16% with 7% and 16.92% with 14%. In terms of compressive strength, bricks with 7% furnace ash reached 61.06 kg/cm², while those with 7% recycled fired clay reached 57.52 kg/cm². In terms of pile strength, bricks with 7% recycled fired clay had 40.24 kg/cm², while those with 7% furnace ash reached 43.65 kg/cm². It is concluded that the incorporation of recycled fired clay and furnace ash improves the properties of handmade bricks, especially with the incorporation of 7% furnace ash, as they showed the greatest improvement in strength.

Keywords: Recycled fired clay, Kiln ash, Handmade brick, and Brick properties.



INTRODUCCIÓN

El desarrollo de ladrillos de forma artesanal hoy en día sigue siendo una de las actividades más antiguas y extendidas en muchas regiones del mundo, incluida la provincia de Puno, en Perú, donde este material es usado para la conformación de muros de estructuras tales como vivienda, cercos perimétricos entre otros. Sin embargo, tradicionalmente, la fabricación de ladrillos ha implicado la explotación intensiva de la arcilla, que se extrae de manera no sostenible, lo que afecta negativamente al medio ambiente. Además, para reforzar, crear espacios en blanco y cocer los ladrillos, se requiere energía, que se obtiene del proceso de combustión de diversos elementos tales como madera y otros, lo que aumenta las emisiones de gases contaminantes y el daño ecológico. Por lo tanto, la búsqueda de alternativas para aumentar la excelencia de los ladrillos hechos a mano y reducir sus impactos ambientales se ha convertido en una prioridad. El uso de materiales reciclados es una de las opciones posibles. La arcilla cocida reciclada y las cenizas de horno son los materiales reciclados que se pueden aplicar en la producción. La arcilla cocida reciclada puede mezclarse con la nueva, reduciendo así la necesidad de extraer materia prima mientras que las cenizas de horno aumentarán algunas de las propiedades del ladrillo.

La presente investigación busca conocer cómo influye la incorporación de estos elementos en las características inherentes del ladrillo artesanal en aspectos concretos como absorción, resistencia a la compresión, siendo un objetivo externo el de poder ayudar con la propuesta desarrollada a una mejora en cuanto a la calidad del elemento.

Esta investigación se justifica no solo por el potencial ecológico y económico de usar materiales reciclados para fabricar ladrillos, sino por su importancia para la realidad de Puno, donde el acceso a tecnologías más sofisticadas de producción es escaso y la necesidad de materiales que presenten características eficientes y que puedan ser sostenibles sin alterar el medio natural.



En ese contexto, la presente investigación busca innovar en las formas de elaboración de ladrillos, plantear alternativas para reutilizar residuos industriales y mejorar aspecto dentro del contexto ambiental

En el Capítulo I, se expondrán los objetivos de la investigación y el aspecto justificativo del estudio, incluida la importancia de la adopción de arcilla cocida reciclada y ceniza de hornos para mejorar las cualidades de los ladrillos, en particular en Puno. El Capítulo II proporciona un marco teórico, que alberga los antecedentes y conceptos clave relacionados a las variables definidas en la investigación. El Capítulo III aborda la metodología, que describe el enfoque experimental, los exámenes utilizados, como la compresión y la absorción de agua, en el análisis inicial de los materiales en las cualidades de ladrillo a nivel particular. El Capítulo IV se plasman los resultados respectivos, el estudio comparativo entre los ladrillos contruidos con las propiedades, y las conclusiones y medidas de recomendación para adoptar los materiales para mejorar la productividad de ladrillos en Puno.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

El desarrollo de actividades constructivas de infraestructura en sus diversos rubros en todo el mundo si bien es cierto es un criterio de desarrollo también es un aspecto que trajo consigo un impacto sobre los factores ambientales. La producción de este elemento implica emisiones significativas de energía y recursos, entre los que figuran la arcilla. Después de todo, cabe mencionar que una cantidad significativa de ladrillos se produce a nivel mundial con el objetivo de cubrir los requerimientos de este material. A pesar de su fácil disponibilidad, representa una serie de problemas en forma de extracción celulítica, lo que degrada el entorno, reduce el espacio forestal y reduce la biodiversidad en varias áreas. En cuanto a su producción a nivel mundial, el proceso que conlleva la fabricación de este elemento conlleva a producir una enorme cantidad de gas los cuales implican la generación de cantidades considerables de gas cuyos efectos son perjudiciales para la capa de ozono. También es necesario tener en cuenta el hecho de que la creciente necesidad de ladrillos en la construcción a generado también un uso desmedido de los recursos propios de la zona como son las arcillas y plantea la cuestión de la viabilidad futura de la industria.

La situación no es tan diferente dentro del contexto nacional. En nuestro país la construcción es considerada un de los motores de desarrollo económico, aunque su sostenibilidad permanece desafiante. Según las estadísticas del MVCS, la producción de material de construcción, como el ladrillo, está cada vez más presionado por la disminución de acceso a los recursos y un mayor impacto negativo al medio ambiente. refiriéndose en este acaso ala arcilla y el proceso desmedido que se tiene para su extracción. Este aspecto que con lleva ala extracción desmesurada de este material el desarrollo de actividades de extracción provocan afectación del ecosistema local, y la falta de tecnologías de cocción más limpias ha contribuido a la emisión de gases contaminantes. Por lo citado es que se opta la búsqueda de alternativas más sostenibles las cuales pueden estar enfocadas al uso de material reciclado, arcilla cocida reciclada y cenizas de horno, estas alternativas desarrolladas puedan tener efecto positivo en la disminución de impactos al medio ambiente

En lo que a al contexto local se refiere en nuestra región de Puno, el proceso de producción de este elemento denominado ladrillo artesanal es desarrollado por muchas familias que dependen de la producción de ladrillos para su supervivencia y la mayoría de los fabricantes continúan utilizando técnicas tradicionales que no han cambiado en siglos. Pero la poca innovación en las formas de producción y el limitado acceso a materiales y tecnologías más sostenibles compromete la calidad de los ladrillos y la sostenibilidad del sector. En la provincia se sigue usando arcilla y se siguen quemando combustibles fósiles en hornos muy básicos. Acción que tiene efecto sobre la característica tanto físicas como mecánicas del elemento en mención, sino que también genera contaminación y agota los recursos naturales. Además, el empleo de materiales reciclados (arcilla cocida triturada, cenizas de horno, etc.) es prácticamente nulo en la zona, lo que si se pondría en práctica aumentar en gran medida el factor de producción y a su vez tener una incidencia positiva dentro del contexto ambiental

El desarrollo de la presente investigación de la influencia de la adición de arcilla cocida molida y cenizas de horno en la mejora de las propiedades de los ladrillos

artesanales en la provincia de Puno constituye una alternativa con carácter relevante al poder brindar una alternativa de mejora de las propiedades intrínsecas del elemento basado en la adición de arcilla cocida molida y cenizas de horno. La reutilización de materiales reciclados puede no incidir en una mejora de las características del elemento en mencion, sino que también puede tener un efecto en contexto ambiental que se genera durante su producción, logrando una producción más sostenible.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es influencia de la incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno sobre las propiedades del ladrillo artesanal producidos en la provincia de Puno 2025?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales fabricados en la provincia de Puno?
2. ¿Cuáles son las propiedades físicas de los ladrillos artesanales con la inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables en la provincia de Puno?
3. ¿Cuál son las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales con la inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables en la provincia de Puno?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar la influencia de la incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno sobre las propiedades del ladrillo artesanal producidos en la provincia de Puno 2025.

1.3.2 *Objetivos específicos*

1. Identificar las características físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales fabricados en la provincia de Puno.
2. Detallar las propiedades físicas de los ladrillos artesanales con la inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables en la provincia de Puno.
3. Detallar las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales con la inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables en la provincia de Puno.

1.4 *Justificación de la investigación*

1.4.1 *Justificación técnica*

La presente investigación se justifica en el aspecto técnico por varias razones primeramente por el uso de elementos no convencionales dentro de un elemento muy empleado como es arcilla cocida triturada y cenizas de horno en la elaboración de ladrillos artesanales pudiéndose conseguir mejorar las características del material constructivo sin alterar su funcionalidad. Técnicamente se vera la incidencia de los mencionados en las características de absorción y durabilidad, así como en propiedad de resistir esfuerzos directos. Además, la incorporación de estos elementos podría mejorar la capacidad aislante de los ladrillos, lo cual sería favorable en lugares como Puno, donde las temperaturas varían.

Esta investigación aportará conocimientos técnicos sobre cómo los materiales reciclados pueden ser transformados en ladrillos sin alterar su calidad. Los resultados obtenidos de esta investigación se pueden replicar en otros contextos similares, innovando en la industria constructiva local. Además, la validación técnica de estos materiales en la

elaboración de ladrillos abre la puerta a estandarizar nuevas prácticas en la industria artesanal y modernizar los procesos productivos.

1.4.2 Justificación económica

El estudio en mencion se justifica en el contexto económico debido a que mediante el uso de materiales reciclados como la arcilla cocida triturada y las cenizas de horno puede incidir de forma positiva en el costo total de producción. La adición de estos materiales podría reducir la dependencia de la compra de arcilla virgen y otros materiales costosos, generando un ahorro para los productores locales. Además, al emplear cenizas de horno, un material que de otro modo sería un desecho, se le da la posibilidad de convertirse en un recurso y se reducen los costos por concepto de eliminación de desechos.

En cuanto a la competitividad, los ladrillos elaborados con estos materiales reciclados podrían competir en el mercado, pues los consumidores están más interesados en adquirir productos de buena calidad y amigables con el ambiente. Esta migración hacia una producción más barata y ecológica podría hacer que los fabricantes de ladrillos de Puno sean más competitivos en el mercado local y nacional.

1.4.3 Justificación social

La mencionada investigación enlaza su justificación dentro del contexto social, en diversos grados i niveles, pero en forma directa con un alcance ala población del departamento de Puno. Primeramente, al poder intervenir en la elaboración artesanal de ladrillos es una actividad que sostiene la vida de muchas familias. El poder incorporar materias y materiales reciclados para la elaboración de ladrillos, se está fomentando el uso de tecnologías más accesibles y sostenibles que tendrán incidencia directa sobre la salud y trabajo de las personas dedicadas a esta actividad. La exposición continua a la inhalación de gases tóxicos de combustibles fósiles en hornos convencionales puede afectar la salud de los fabricantes; la optimización de los procesos y el uso de combustibles limpios ayudarán a reducir este problema.

Además, la capacidad de crear materiales más duraderos y de mayor calidad no solo beneficia a los fabricantes, sino también a las comunidades que utilizan los materiales de construcción. Esto puede conllevar a tener viviendas más seguras y estables, mejorando el bienestar de quienes la habitan. Por lo cual, el impacto social de esta investigación no solo abarca al sector de la construcción, sino también los conceptos de mejora de calidad de vida.

1.4.4 Justificación ambiental

El presente trabajo enlaza su justificación dentro del contexto ambiental primeramente porque se busca una alternativa que tenga incidencia directa en disminuir los efectos sobre el medio producto del proceso de fabricación de este elemento. La extracción desmedida de este material degrada los suelos, destruye biodiversidad y contamina cuerpos de agua. Además, la quema de ciertos elementos contaminantes en los hornos artesanales para cocer ladrillos genera altas emisiones de CO₂ que contribuyen al calentamiento global.

La utilización de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno para fabricar ladrillos constituye una forma con carácter directo en la sostenibilidad de recurso las cuales inciden en el aprovechamiento de recursos de origen natural vírgenes y reduce los residuos industriales. Reciclando materiales y utilizando residuos (como las cenizas de horno) se apoya la economía circular, gestionando de manera más eficiente los recursos. El poder emplear materias y materiales reciclados constituye un aporte directo en el medio ambiente, teniendo un directo impacto dentro del proceso de fabricación del ladrillo creando conciencia ambiental en la población de Puno,

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 *Hipótesis general*

La influencia de la incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno mejorará las propiedades del ladrillo artesanal producidos en la provincia de Puno 2025.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

1. Los ladrillos artesanales fabricados en la provincia de Puno presentaran características físicas y mecánicas que varían, con diferencias notables en términos de resistencia a la compresión, absorción de agua, y variación dimensional.
2. La inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables en la mezcla de los ladrillos artesanales mejoraran ciertas propiedades físicas como la absorción de agua, y la estabilidad dimensional.
3. La incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables mejorara la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales hasta un cierto punto, pero un exceso de estos materiales puede reducir la resistencia mecánica debido a la alteración de la estructura interna del ladrillo.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 *Variable independiente*

- Arcilla cocida reciclada y cenizas de horno.
 - Incorporación del 7% y 14% de arcilla cocida reciclada.
 - Incorporación del 7% y 14% de cenizas de horno.

1.6.2 *Variable dependiente*

- Propiedades del ladrillo artesanal.
 - Absorción de agua



- Variación dimensional
- Alabeo
- Resistencia a la compresión de unidades
- Resistencia a la compresión de pilas.

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1*Operacionalización de variables*

Variables	Definiciones	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Instrumentos	Tipo
VI: Arcilla cocida reciclada	Materia prima reciclada derivada de ladrillos rotos (arcilla cocida reciclada) y cenizas obtenidas de hornos usados en la producción de ladrillos.	Proporción del material reciclado.	- Proporción de arcilla cocida reciclada (7% y 14%).	7%-14%	- Balanza de precisión para medir las proporciones. - Tamiz con malla de 200 para obtener partículas homogéneas	Cuantitativo
Cenizas de horno.			- Proporción de cenizas de horno (7% y 14%).	7%-14%		
VD: - Propiedades del ladrillo artesanal	Características físicas y mecánicas de los ladrillos elaborados con arcilla cocida reciclada y cenizas de horno.	Propiedades físicas	- Absorción de agua	%	NTP 399.613	Cualitativo
			- Variación dimensional	%	NTP 399.613 y 399.604	
			-Alabeo	Mm	NTP 399.613 y NTP 331.018	
		Propiedades mecánicas.	- Resistencia a la compresión de unidades	Kg/cm2	NTP 399.613 y 339.604	
			- Resistencia a la compresión de pilas.	Kg/cm2	NTP 339.605	

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según Dubale et al., (2024) en su trabajo titulado “El reciclaje de residuos de tejas de demolición como recurso en la fabricación de ladrillos cocidos: una ampliación a la industria”, los autores emplearon como material alternativo los residuos de tejas para la producción de ladrillos. Los mencionados elementos son conocidos como residuos del proceso de demolición (RC). Estos materiales fueron utilizados como sustitutos parciales de dos tipos de suelos (suelo aluvial y laterítico) en tres diferentes temperaturas de cocción, elegidas por su viabilidad económica (700, 850 y 900 °C). Los residuos de tejas, fueron sometidos a cocina no mayor de 800° C. al incorporar estos elementos dentro de la mezcla inicial de los ladrillos genero impactos directos tales como un incremento en la contracción, densidad y absorción en el proceso de coccion así mismo redujo la pérdida por ignición. Por otro lado, un aumento en la temperatura de cocción resultó en una mayor contracción, pérdida por ignición y densidad aparente, pero con una menor absorción de agua. Los ladrillos producidos cumplieron con las normativas de la India y ASTM para las clases dos y tres cuando se incorporó entre un 20 y un 35 % en peso de residuos de tejas y se cocieron a temperaturas de entre 850 y 900 °C, bajo procesos industriales y los de laboratorio

produjeron que con el porcentaje 35 % se produjera una pérdida de agua en un 19%, mientras que la resistencia ala comprensión vario de 6 a 9 Mpa. El autor concluye que el poder añadir residuos de tejas demolidas en la fabricación de ladrillos cocidos presenta ventajas significativas. No solo reemplaza parcialmente el uso de tierra, contribuyendo así en poder disponer de otros materiales y no centrarse directamente en los recursos naturales, también la adición del mencionado elemento produjo una reducción de la energía que se necesita para su producción contribuyendo así ala disminución del carbono producto de a etapa de coccion del mismo.

Según Vasić et al., (2023) en su trabajo investigativo denominada “Influencia de las cenizas de carbón en la calidad de los ladrillos de arcilla cocida: regresión de bosque aleatorio y modelado de redes neuronales artificiales”, si bien es cierto estudios variados an enfocado su línea en el uso de cenizas de carbón en la fabricación de ladrillos de arcilla cocida, aún se carece de información más sobre su influencia en el aspecto de calidad dentro del contexto industrial. Para abordar este vacío, se ha compilado una base de datos relacionados aspectos que tienda o estén relacionados con la calidad de los ladrillos, tales como la composición química, las condiciones de cocción (temperatura y tiempo), la absorción, la porosidad y la resistencia propia frente a solicitudes de cargas. Entre las conclusiones más relevantes, se destaca que las cenizas volantes proporcionan una mayor resistencia compresiva en comparación con otros materiales, siendo las cenizas de categoría F las que en forma particular son más adecuadas para ser empeladas como material parcial la arcilla en la fabricación de ladrillos. Al modificarse la composición química de los materiales resultante (ladrillo) mediante la incorporación de cenizas en proporciones controladas actúan, sobre factores como la temperatura de cocción y el tiempo de remojo. Los modelos desarrollados existente nos permiten tener una visión clara sobre el aspecto de calidad de este elemento con la premisa de adición de cenizas. Uno de los aspectos que es importantes es conocer el grado de pureza de cenizas esto debido ala composición químicas la cual tiene una repercusión directa el elemento analizado

(ladrillo). El análisis de sensibilidad reveló que los óxidos alcalinos en la arcilla inicial tienen un impacto considerable sobre los ladrillos cocidos debido a su efecto fundente. En el caso específico de ladrillos hechos de arcilla y ceniza, los factores determinantes fueron el tipo de horno, la clase de cenizas, el contenido de Na_2O en la arcilla y el K_2O aportado por las cenizas. Las cenizas de clase F, con aproximadamente un 2-3% de K_2O y menos del 5% de CaO , fueron las que ofrecieron la mayor resistencia a la compresión cuando se cocieron a temperaturas de 1000-1100 °C. Se realizaron pruebas adicionales con una mezcla de 50% de ceniza de estanque y 50% de arcilla para evaluar el modelo más adecuado y ampliar los conocimientos existentes. Los resultados recogidos son una base para la toma de decisiones bien sustentadas sobre la selección de materiales y los parámetros del proceso, lo que permitirá mejorar la calidad de los ladrillos cocidos fabricados con cenizas y arcilla.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según Perez, (2022) en su estudio denominado "Comportamiento mecánico de muros de ladrillos artesanales con adición de cenizas de hornos, Pacaycasa, Ayacucho 2021", el autor delimitó como línea principal de investigación analizar el comportamiento mecánico de los muros de albañilería fabricados con ladrillos artesanales cuando se les incorporan cenizas de hornos. La investigación presenta un enfoque metodológico basado en el método científico, de diseño experimental, de tipo aplicado y nivel explicativo. La investigación presenta una muestra representativa de 948 unidades artesanales. Los ladrillos fueron elaborados con diferentes porcentajes de cenizas de hornos, en función del peso del ladrillo, en concentraciones de 5.0%, 10.0% y 20.0%. Los ladrillos resultantes de la adición en los porcentajes mencionados pasaron por ensayos para determinar ciertas características siguen en estricto orden las normas técnicas establecidas. Obteniendo resultados que indican que con la incorporación de ceniza entre 10.0% y 20.0%, se logra una mejora considerable sobre los aspectos de compresión axial por unidad y por pilas de albañilería así mismo tiende a mejorar la resistencia a la compresión diagonal de los



muretes. Sin embargo, se observó una disminución en la resistencia a flexión de los muros, específicamente en aquellos evaluados por adherencia. En conclusión, la adición de porcentajes de 10 y 20 respectivamente de cenizas de hornos mejoran considerablemente las propiedades del ladrillo artesanal, especialmente en la compresión axial y diagonal. No obstante, tiene una incidencia no favorable en el aspecto de resistencia a flexión en muros.

Según Torres y Vásquez, (2023) en su estudio denominado "Caracterización física y mecánica de ladrillos artesanales de arcilla usando aluminio y teja triturada", la línea central de la investigación fue la caracterización de ladrillos de arcilla hechos manualmente con adición de escoria de aluminio (AS) y baldosas trituradas (CT) en porcentajes de 5, 10, 15 y 20 % en relación al peso del ladrillo seco sin cocer. La investigación se desarrolló bajo un diseño experimental cuantitativo, que adoptó un enfoque aplicado. Los resultados obtenidos muestran que la resistencia del elemento de 86kg/cm², 3.6 kg/cm² en lo que a la resistencia de compresión diagonal se refiere y una resistencia compresiva en pila de 25,27kg/cm², estos resultados corresponden a la adición de un porcentaje de 10%. Mientras que con la adición de baldosas trituradas del 20 %, muestran una resistencia compresiva de 75,84kg/cm², una resistencia a la compresión diagonal de 5,73 kg/cm² y una resistencia a la compresión en pilas de 30,56kg/cm², lo que indica que esta proporción es la más eficaz. Según los resultados del estudio, los criterios de la normativa (E.070) pueden cumplirse con ladrillos fabricados a mano a partir de arcilla y que también contengan baldosas rotas y escoria de aluminio. Dado que los diseños ideales pudieron cumplir tanto los requisitos físicos como mecánicos, se concluye que el empleo de materiales de origen reciclado como elemento constituyente del ladrillo artesanal muestra un producto con características buenas.

2.1.3 Antecedentes locales

Según Vilca, (2021) en su investigación "Comportamiento estructural de muros de albañilería confinada con ladrillos artesanales incorporando cenizas de totora, Puno 2021", desarrollo como línea principal la evaluación el comportamiento estructural de los muros de mampostería contruidos con ladrillos fabricados manualmente con incorporación de cenizas de totoras. A partir de los resultados obtenidos, se evidencio que la resistencia a la compresión axial de los muros presentaba una variación en relación con la incorporación de ceniza de totora. Esta se traduce en valores de compresiva axial de los muros de $41,55\text{kg/cm}^2$, $44,22\text{kg/cm}^2$ y $34,55\text{kg/cm}^2$ para concentraciones de ceniza de totora del 5 %, 10 % y 15 %, respectivamente. La resistencia más alta reportada fue $f' = 44,22\text{kg/cm}^2 \pm 1,34\text{ kg/cm}^2$, que corresponde a la incorporación del 10 % de ceniza de totora. Así mismo se denoto que una vez que se incremente la dosificación superior al 10 % la propiedad en mención tiende a presentar cambios negativos es decir la proporción superiores al 10% es inversamente proporcional. Así mismo se recabaron resultados en el aspecto de $R_f = 12,98\text{ kg/cm}^2 \pm 0,83\text{kg/cm}^2$ y una resistencia al corte de $V'm = 7,51\text{kg/cm}^2 \pm 0,41\text{kg/cm}^2$. Se observo también el mismo patrón para estos tipos de resistencia a flexión y corte es decir que la adición de porcentajes mayores al 10% son inversamente proporcional ala resistencia. . En conclusión, se demostró que la incorporación de hasta un 10 % de ceniza de totora en muros de mampostería restringidos contruidos con ladrillos hechos a mano da como resultado una mejora de las características mecánicas ya se a por unidad y por conjunto. No obstante, la resistencia estructural de la estructura tiende a disminuir cuando la proporción de ceniza es superior a este valor.

Según Colque, (2021) en su trabajo de carácter investigativo denominado "Mejora de la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla para viviendas autoconstruidas del distrito de Puno", el objetivo es proponer mejoras en la calidad estructural de los ladrillos de arcilla artesanales empleados en la construcción de viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno. El trabajo desarrollado presenta La una metodología

cuantitativa, de nivel aplicado, hizo uso de la técnica deductiva y se diseñó de manera cuasi-experimental. Se utilizó una muestra de conveniencia que no se basó en la probabilidad. La adición de un 5 % de serrín, la incorporación de agujeros en la cara de asiento y el empleo de un molde metálico por un convencional produjeron una unidad que ese encuentra dentro de la categoría IV de clasificación según la variación dimensional establecida por la RNE E.070. Los resultados indican que es posible mejorar la calidad estructural del ladrillo incorporando estos tres elementos. Se determinó que el ladrillo industrializado de tipo KK era un 34,72 % más caro que el ladrillo artesanal recomendado. Se consideró que esta diferencia de precio era significativa. Se logró una resistencia a la compresión de 64,74 kg/cm² con la adición del 5 % de serrín (lote 02-B), lo que indica una mejora del 16,13 % en comparación con los ladrillos artesanales típicos. Los datos revelan que la calidad del elemento mejora significativamente con la inclusión de serrín. Debido a este aumento, el ladrillo se clasifica ahora como tipo I en términos de resistencia a la compresión. En la misma línea, la sustitución del molde metálico da lugar a que la clasificación del ladrillo artesanal se eleve al tipo IV, ajustándose a lo citado en la norma. En Conclusión, la adición de aserrín en un porcentaje de 5% permite que la unidad mejore sus características mecánicas

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Normativa E.070

Según el país en donde se desarrollan actividades relacionadas a la construcción, estas tienden a seguir ciertos parámetros de calidad en cuanto a materiales y proceso. Toda esa información se encuentra compilada en la normativa inherente a cada país. En nuestro país, en lo que a unidades de albañilería se refiere, esta debe cumplir con lo citado en la Norma E.070 de Albañilería, la que se encarga de supervisar y controlar todos estos aspectos. Esta norma es parte del (RNE) y busca asegurar la calidad de los materiales constructivos. La E.070 nos da pautas de supervisión de todos los elementos que se van

a utilizar en la construcción, verificando que sean materiales capaces de resistir a lo que se va a someter la obra. Pero esta norma no solo abarca los materiales, sino que también controla el proceso constructivo en sí, para que las prácticas en obra se ajusten a lo que se exige para garantizar la seguridad y durabilidad.

2.2.1.1 Unidades de albañilería

Son las piezas elementales para construir muros y estructuras, los ladrillos son de los materiales más utilizados actualmente. Los ladrillos actuales normalmente están elaborados con arcilla, bloques de hormigón o sílice-cal. Cada tipo de ladrillo tiene sus propias características que lo hacen especial en la construcción. Los ladrillos de arcilla o sílice-cal tienen un tamaño menor que facilita su manipulación; un solo operario puede colocar un ladrillo con una sola mano. Esto se debe a que estos bloques son más livianos y de menor tamaño. Por otro lado, los bloques de concreto, por ser más grandes y pesados, necesitan de ambas manos para ser manipulados, lo que puede ralentizar la construcción, pero, a cambio, les proporciona mayor resistencia y estabilidad estructural. La decisión de usar ladrillos o bloques dependerá de lo que necesite para el proyecto y la obra.

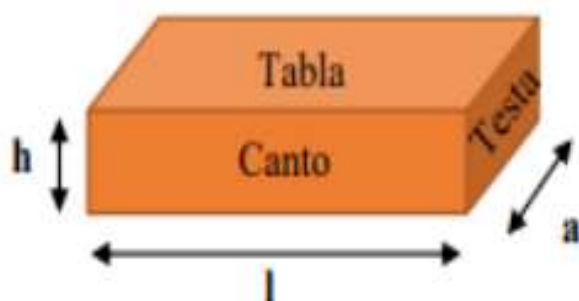
Son los elementos básicos y prefabricados utilizados empleados para la conformación de paredes y otras estructuras. Estas unidades abarcan ladrillos, bloques, piedras y otros materiales similares que, a través de la técnica de albañilería, se ensamblan utilizando mortero u otros aglutinantes para formar una estructura sólida. Los ladrillos y bloques de albañilería son materiales constructivos esenciales que se caracterizan por presentar una resistencia idónea y ser materiales durables con la facilidad de ser manipulables siendo utilizados en proyectos constructivos residenciales, comerciales o industriales. La calidad de estas piezas está en función de los materiales (arcilla, cemento, piedra, etc.) y los procedimientos de fabricación. Las piezas de mampostería pueden ser de diferentes formas, tamaños y características, en dependencia del tipo de edificación para el cual se destinen.

Una diferencia principal es que en la albañilería armada (reforzada), en que se utilizan refuerzos estructurales (varillas o mallas), el bloque pasa a ser la unidad. A continuación, se citan las características de los elementos considerados por la normativa en mención

- **Ladrillos:** Los ladrillos son bloques pequeños de mampostería que pueden manipularse con facilidad. Son elemento que pueden ser manipularlos con una sola mano, lo que es perfecto para proyectos de construcción donde se necesita velocidad y eficiencia en la colocación de materiales. Los adobes son ideales para estructuras más pequeñas o donde se requiera mayor precisión y control en la colocación.
- **Bloques:** A diferencia de los ladrillos, los bloques son mucho más grandes y pesados, por lo que su manejo es más laborioso. Por su tamaño, no se pueden manipular con una sola mano, se necesitan ambas manos para poder manipular y colocar los bloques de manera segura y eficiente. Si bien los bloques pueden resultar más pesados y voluminosos, son perfectos para construcciones que exigen mayor resistencia estructural, como muros de gran espesor o edificios grandes que necesitan materiales resistentes y duraderos (Ruiton, 2024).

2.2.1.2 Ladrillos

Material constructivo fundamental, el cual destaca por características de resistencia y durabilidad., generalmente elaborado con arcilla, aunque puede estar compuesto por otros materiales, dependiendo del tipo de ladrillo y su uso (García, 2024). Elaboración del ladrillo, la arcilla se somete a altas temperaturas (entre 800 y 1000 °C). Este proceso de cocción altera la naturaleza de la arcilla, transformándola en un material mucho más resistente y capaz de soportar grandes cargas (Cultrone, 2022).

Figura 1*Ladrillos*

Nota. Tomada de (Cultrone, 2022).

La fabricación de ladrillos, ya sea artesanal o mecanizada, parte de tres ingredientes básicos que son la materia prima: arcilla, arena y agua. Estos 3 elementos se mezclan en proporciones exactas (dependiendo del tipo de ladrillo (Ordieres & Cultrone, 2022). La arcilla se amasa con arena fina y agua hasta formar un compuesto moldeable que se puede trabajar antes de cocerla. Ahora, cada uno de estos componentes tiene una función esencial en la elaboración de ladrillos. Luego nos adentramos en la arcilla, la principal materia prima de los ladrillos artesanales (Muñoz et al., 2025).

Los ladrillos macizos, perforados y tubulares, son elementos constructivos de gran versatilidad, por la variedad de formas que poseen y por las características que aportan. Estas celdas se elaboran a través de diferentes procesos de moldeo, lo cual da origen a una diversa variedad de productos con características muy diferentes en calidad, forma y tamaño. Esta variedad se debe a la adaptabilidad de los procesos de producción, que permiten a los fabricantes generar prácticamente cualquier tipo de ladrillo que se requiera para una obra (Ticsihua, 2025).

En cuanto al color, los ladrillos de arcilla pueden variar desde un tono amarillento hasta un rojo intenso, según la composición de la arcilla y la forma de cocción durante la etapa de fabricación. En lo que respecta a la textura de las piezas de arcilla, todo depende de los moldes con los que se hayan fabricado. Si se utilizan moldes metálicos, los ladrillos

quedan lisos en la superficie, lo que les da un aspecto uniforme y suave, apropiado para determinados estilos arquitectónicos que exigen mejores acabados. En cambio, si se utilizan moldes de madera arenados, la superficie de los ladrillos resulta más áspera, lo que transforma su estética y puede alterar sus propiedades mecánicas, como la adherencia, fundamental en la construcción.

La textura rugosa de estos ladrillos moldeados en madera arenada puede ser una ventaja en algunos usos, ya que aumenta la adherencia entre los ladrillos y el mortero con el que están contruidos, reforzando la estructura. Así, el proceso de elaboración y el tipo de molde influyen en la apariencia, pero también en las características funcionales de los ladrillos, determinantes para su desempeño en la construcción de estructuras perdurables (Ordieres & Cultrone, 2022).

M La arcilla

Es un compuesto en su mayor parte por pequeños granos minerales que, cuando se mezclan con agua, adquieren una textura plástica. Esta plasticidad es lo que permite que la arcilla sea moldeada y transformada en diversas formas, lo cual es esencial en la fabricación de ladrillos. Al secarse o someterse a un proceso de cocción, la arcilla se endurece y, a su vez, se contrae. La composición mineral de la arcilla suele incluir filosilicatos, que son compuestos que contienen silicio y aluminio, los cuales pueden variar dependiendo de su grado de pureza. Esta variabilidad es lo que da a la arcilla sus diferentes características, como la capacidad de ser más plástica o más rígida (Ketov et al., 2021).

La arcilla es el componente esencial de las unidades denominadas ladrillos está formada por una mezcla natural de alumina y sílice, y otros materiales que contiene óxidos metálicos. Dependiendo de su composición, la arcilla se clasifica en dos tipos principales: la arcilla calcárea y la arcilla no calcárea (Xu et al., 2025). La arcilla calcárea presenta alrededor de un 15% de carbonato de calcio, y su color característico es el amarillo. En contraste, la arcilla no calcárea para que presente esa coloración roja se debe ala

presencia de óxidos de hierro y fedelpasto, cuya intensidad está sujeto a la cantidad de óxido de hierro (Sun et al., 2021).

Figura 2

La arcilla



Nota. Tomada de (Capcha & Rojas, 2022).

En su forma natural, estos elementos son el producto de la descomposición de un tipo de roca ígneas, lo que las convierte en un producto de la naturaleza con una gran historia geológica. A lo largo de este proceso de desintegración, las arcillas se mezclan con arenas y limos, lo que resulta en una composición más homogénea. Esta mezcla es particularmente útil para la elaboración de ladrillos, ya que ayuda a reducir los riesgos de contracción y agrietamiento que pueden ocurrir durante las etapas de secado y cocción. Hoy en día, se utilizan especialmente las arcillas superficiales, que son formaciones sedimentarias más recientes y están expuestas a la influencia de sales debido a factores naturales y actividades agrícolas (Capcha & Rojas, 2022).

Sin embargo, estas arcillas presentan una mayor vulnerabilidad a la eflorescencia, un fenómeno que ocurre cuando las sales solubles en el material se depositan en la superficie del ladrillo debido a la evaporación del agua. Este fenómeno puede afectar la

estética y la durabilidad de los ladrillos, por lo que se deben tomar en cuenta las características de las arcillas empleadas en su fabricación (Mebarkia et al., 2025).

El uso de la arcilla en la construcción no es algo moderno; de hecho, tiene sus orígenes en tiempos antiguos, cuando las primeras civilizaciones comenzaron a descubrir sus propiedades. Las culturas primitivas utilizaban tierras arcillosas, las moldeaban en formas deseadas y luego las sometían a calor para endurecerlas, un proceso que ha perdurado hasta nuestros días. También conocida como “greda”, la descomposición de materiales aluminosos y silicatados da lugar a la arcilla, usado no solo en la fabricación de ladrillos, sino también en otras áreas de la construcción (Pitak et al., 2022).

Las características físicas de la arcilla influyen directamente en las características directas de ladrillos, ya que definen las características y el comportamiento del material en cada etapa que conforma la producción. Estas características dependen de su historia geológica, su composición mineral y las condiciones ambientales en las que se han formado. A continuación, se explican en profundidad las principales características que hacen a la arcilla un material tan apropiado para la elaboración de ladrillos, como son la plasticidad, la contracción, la refractariedad, la porosidad y el color.

1. **Plasticidad:** Característica de gran importancia en la arcilla, ya que esta propiedad permite transformarse en una sustancia moldeable al mezclarse con agua. Esta propiedad es determinante para la elaboración de ladrillos, pues permite moldearla y darle la forma deseada. La plasticidad se explica por la forma de las partículas de arcilla y la película líquida que las envuelve y que permite que se peguen. Además, aspectos como el contenido de carbono o las reacciones químicas de la arcilla también determinan esta característica, físicas de las mismas (Maza et al., 2020).
2. **Contracción:** La contracción es otro fenómeno importante de la arcilla, producido cuando se evapora el agua contenida dentro de los fenómenos naturales o artificiales y la arcilla se encoge. Este proceso puede darse en el secado al aire o cuando la arcilla se somete a altas temperaturas en la cocción. Aunque la contracción es

normal, hay que vigilarla, pues un exceso de tiempo o de temperatura en cualquiera de estas fases puede agrietar y deformar el ladrillo (Bai et al., 2023).

3. **Refractariedad:** Es la capacidad de soportar altas temperaturas sin descomponerse. Todas las arcillas son refractarias en cierto grado, pero algunas lo son más que otras, en virtud de su mayor contenido de sílice y alúmina. Las arcillas que contienen mayor proporción de estos compuestos son más refractarias y, por tanto, más apropiadas para determinadas aplicaciones en la construcción (Kizinievič et al., 2023)
4. **Porosidad:** La porosidad es una de sus características más significativas, de la arcilla ya que de esta propiedad la arcilla puede absorber agua. La cual está sujeta directamente a las partículas conformantes de la estructura de la arcilla: cuanto mayor sea su tamaño, mayor será la porosidad y mayor será su capacidad de absorción de agua. En cambio, las arcillas finas absorben menos agua y son más resistentes al calor (Blanca et al., 2025).
5. **Color:** El color de la arcilla también varía según su composición química. La arcilla puede ser de diversos colores: blanca, gris, azulada o negra. Esto debido a los óxidos metálicos, como los de hierro, cobalto, cobre, vanadio y manganeso. Los óxidos que contiene no sólo le dan color a la arcilla, sino que también influyen en su comportamiento térmico y mecánico, lo cual puede ser importante para ciertas aplicaciones constructivas (Cabané et al., 2025).

2.2.2 Ladrillos artesanales

Elementos hechos de arcilla cocida la cual no fue elaborado bajo procesos industriales siendo utilizados principalmente en la edificación de viviendas, lo que los convierte en uno de los materiales más recurridos en el sector. Debido a su alta prevalencia, los ladrillos de arcilla son objeto de un análisis continuo y de avances constantes para mejorar sus propiedades, buscando así una mayor eficiencia y funcionalidad en su uso. El color de la arcilla también depende de su composición química.

La arcilla puede ser de diferentes colores: blanca, gris, azulada, negra. Estos colores se deben a óxidos metálicos, como los de hierro, cobalto, cobre, vanadio y manganeso. Los óxidos que posee determinan su color, pero también su comportamiento térmico y mecánico, en beneficio de ciertas aplicaciones constructivas (Mendez, 2024).

Una vez cocido, el ladrillo se transforma en una pieza de mampostería, lista para ser utilizada como elemento de albañilería. En este proceso de manufactura, que comprende moldeo, extrusión y cocción, se genera un elemento con características fisicomecánicas capaces de resistir agentes agresivos como cambios de temperatura y humedad. El tipo de molde en el que se fabrica el ladrillo también determina su acabado; la textura de su superficie y, por extensión, su comportamiento en la edificación (Quispe, 2025).

El ladrillo Según la NTP 331.017, es aquel elemento hecho de arcilla y cocida entre 800 y 1000 °C. Esta norma técnica define las especificaciones para su fabricación y las características que debe poseer el ladrillo para ser utilizado en la construcción (Ludeña, 2024).

Los ladrillos artesanales, aunque son un recurso importante, tienen serios problemas por los daños ambientales que provoca la sobreexplotación de la arcilla. Y este es un punto importante, más aún cuando las prácticas tradicionales de producción pueden no ser suficientes para satisfacer las demandas del mercado. Como respuesta a estos problemas, existe un creciente interés por implementar prácticas de producción más responsables y ecológicas (Vega, 2024).

Esto ha llevado a desarrollar nuevas tecnologías, como hornos más eficientes energéticamente, procesos para reciclar los desechos de arcilla y otros que puedan generar un impacto menos agresivo al ambiente. Estos desarrollos tienen como objetivo hacer más sostenible el proceso, disminuyendo el agotamiento de recursos tradicionales (Vega, 2024).

En cuanto a la calidad, los ladrillos artesanales generalmente no se ajustan a las especificaciones técnicas que exigen las normas de edificación, lo que restringe su

aplicación a construcciones de alta resistencia y durabilidad. Por eso se han hecho cambios en el proceso de elaboración, sobre todo en el control de temperatura de cocción. Se recomienda elevar esta temperatura de 600 °C a 1000 °C para mejorar el ladrillo y hacerlo más resistente (Amaya, 2025). También es aconsejable que la combinación de materiales sea con dosis exactas esto con la finalidad de que no desaproveche el material que se pierde con frecuencia en los procesos artesanales. Con estas mejoras se espera mejorar las cualidades del ladrillo , pero también hacer más eficiente y sostenible la producción (Meza, 2024).

2.2.2.1 Tipos de ladrillos (E.070)

Los ladrillos se clasifican considerando dos aspectos la resistencia y durabilidad así así mismo la disposición de estos depende de las condiciones típicas de uso específicas en la edificación. Estos materiales son importantes para que la estructura desarrolle una estabilidad y resistencia tanto exterior e interior. se presenta a continuación la clasificación de estos según normativa vigente

- Tipo I: Son los más débiles y menos duraderos, por lo que sólo se recomiendan para edificaciones poco exigentes. Son perfectas para trabajos en condiciones no agresivas, y se debe impedir que se mojen o entren en contacto con el suelo, pues son poco resistentes.
- Tipo II: Estos bloques tienen una resistencia y durabilidad promedio, por lo que son ideales para construcciones de exigencia moderada. Son adecuadas para construcciones no expuestas a condiciones extremas, pero que requieren protección contra el agua, lluvia o suelo para conservar su resistencia.
- Tipo III: Dentro de esta tipología se encuentran las unidades que son empleadas para estructuras expuesta a agentes externos más exigentes como edificios en zonas de cambios climáticos frecuentes o expuestas moderadamente al exterior. Son perfectas para proyectos que necesitan mayor resistencia a la humedad y la

intemperie. Por lo cual presentan una resistencia y durabilidad mucho mayor que las tipologías I Y II,

- Tipo IV: Estos bloques son muy resistentes, por lo que son ideales para construcciones expuestas a condiciones extremas, como lluvia o en contacto directo con el suelo y el agua. Ideales para proyectos que requieren alta resistencia a la intemperie y durabilidad estructural.
- Tipo V: Las unidades DEL tipo V son los elementos que presentan la mayor resistencia resistentes y son los más duraderos, capaces de soportar las condiciones de servicio más exigentes. Ideales para construcciones expuestas a lluvia, agua y suelo permanente. Estos ladrillos son perfectos para grandes proyectos y áreas con climas extremos (López, 2024)

2.2.2.2 Tipologías de ladrillos según la estructura

Los ladrillos, presentan una variedad de tipos y formas, cada uno adaptado a necesidades específicas según el proyecto. Según lo descrito por Jiménez, (2024) , existen varios tipos de ladrillos que se distinguen por su estructura interna, perforaciones y funciones se presenta en las siguientes líneas las tipologías basadas en su estructura:

- **Ladrillos macizos:** Estos ladrillos son sólidos y compactos, el cual presenta un área ocupada por vacío igual o superior al 70% del total de esa sección su uso es ideal para aquellas estructuras en donde se requiera una gran resistencia durabilidad, debido a su densidad y la falta de perforaciones significativas. La pequeña cantidad de perforación que tienen no supera el 10%, gracias a esta característica le permite mantener su solidez, haciendo que esto puedan soportar cargas estructurales consideradas (Bautista, 2024).
- **Baldosas perforadas:** Esta tipología se caracteriza por tener agujeros en su superficie que representan al menos el 10% de su área total. Estas perforaciones permiten que las baldosas sean más ligeras, pero sin perder su capacidad de ser utilizadas en muros de carga. Las baldosas perforadas, comúnmente conocidas

como bloques de "King Kong", tienen unas dimensiones estándar de 13 x 24 x 9 cm y cuentan con varias ranuras distribuidas por su superficie. Este tipo de ladrillo es muy utilizado en construcciones que requieren un buen equilibrio entre resistencia y ventilación o circulación de agua, como muros de soporte en construcciones de viviendas o edificios comerciales.

- **Ladrillos huecos:** Los ladrillos huecos están diseñados con ranuras internas horizontales que reducen su peso, lo que los convierte en una opción más liviana que los ladrillos macizos. Su sección transversal presenta un área vacía que equivale a menos del 70% de la superficie total del ladrillo. Gracias a su diseño más ligero, los ladrillos huecos son especialmente útiles en aquellas edificaciones o estructuras donde se presenten cargas pequeñas así mismo estos permiten un aislamiento térmicoacústico. Son perfectos para paredes internas o estructuras decorativas, por su peso es ideal para aligerar la estructura (Quispe, 2023).
- **Ladrillos tubulares:** se caracteriza por la presencia de agujeros largos y paralelos a las superficies de asiento, lo que les da una forma tubular. Los ladrillos tubulares se emplean para la conformación de techos con paneles ligeros, ya que permiten reducir el peso del techo sin comprometer su capacidad de carga. Su estructura facilita su uso en construcciones donde es esencial mantener un peso ligero, como en edificios industriales, naves comerciales o proyectos que requieren techos livianos pero resistentes (Paxi, 2023).

2.2.2.3 Proceso de fabricación de los ladrillos artesanales

La producción de unidades artesanales es una práctica que, a pesar de su antigüedad, sigue siendo relevante hoy en día. Aunque las técnicas varían dependiendo de la ubicación y las tradiciones de cada lugar, el proceso básico sigue una serie de etapas que se pueden considerar casi estandarizadas. La etapa de fabricación empieza primeramente con la recolección de los materiales y culmina con la cocción de los ladrillos en hornos,

Recolección de materiales: como etapa inicial del proceso de producción de unidades. En esta fase, se extraen la arcilla y la arenilla, entre otros componentes, que se suelen obtener de canteras cercanas a las instalaciones de producción. La calidad de los materiales es determinante para que los ladrillos resultantes sean resistentes y adecuados para su uso en la construcción, por lo que en esta etapa se pone especial énfasis en elegir los mejores materiales posibles.

- **Mezcla de los materiales:** Una vez que se han recolectado todos los materiales necesarios, el siguiente paso es mezclar la arcilla, la arenilla y otros componentes en proporciones adecuadas. Para asegurar que la mezcla sea homogénea, se tamizan o muelen los materiales, lo que ayuda a conseguir una textura uniforme. Este paso es clave, ya que una mezcla bien equilibrada garantiza que los ladrillos tengan la resistencia y durabilidad requeridas. La arcilla puede representar hasta el 30% de la mezcla final del ladrillo, lo que demuestra la importancia de la proporción adecuada de cada componente.
- **Moldeo:** Tras la preparación de la mezcla, el siguiente paso es el moldeo. El cual consiste en verter la masa en los moldes de ladrillos. Es importante que la mezcla se compacte correctamente en los moldes para asegurar que los ladrillos tengan la dureza necesaria. Para facilitar el proceso de desmoldeo y evitar que los ladrillos se queden pegados a los moldes, se utiliza arena, que actúa como una especie de lubricante natural.
- **Secado:** Después de haber sido moldeados, los ladrillos deben secarse adecuadamente. En esta fase, se colocan los ladrillos crudos a temperatura ambiente, sin necesidad de exponerlos directamente al sol. El secado es esencial, ya que permite que los ladrillos pierdan parte de la humedad que contienen, lo cual es crucial para evitar que se agrieten durante la cocción posterior. Aproximadamente un 13% de la humedad se pierde durante este proceso, lo que prepara a los ladrillos para ser cocidos sin que sufran daños.

- Cocción: la fase de cocción consiste en que el elemento ya con geometría conformada es sometidos a temperatura elevadas, este proceso permite ala unidad endurecerse y les otorga la resistencia necesaria para su uso en la construcción. Este proceso es fundamental para convertir los ladrillos crudos en un material fuerte, durable y adecuado para soportar solicitudes de carga y otros

2.2.2.4 Ventajas y desventajas de los ladrillos artesanales

La industria de la fabricación de ladrillos de arcilla es una parte esencial de la economía de países como Perú, principalmente por el impacto que tiene en el sector de la construcción, pero también por las oportunidades de empleo que genera. Este proceso no solo abarca la extracción de la arcilla, sino que también involucra su procesamiento y la posterior colocación en proyectos de construcción. Este conjunto de actividades crea una cadena de empleo que beneficia a numerosas personas, especialmente en el área de la manufactura de estos productos arcillosos (Aquino & Flores, 2023).

Una de las principales ventajas de los ladrillos de arcilla es su accesibilidad económica. Este tipo de ladrillo se puede vender a precios razonables, lo que permite a los constructores y arquitectos incorporar ladrillos de arcilla en diversos proyectos arquitectónicos sin un alto costo. Esta accesibilidad económica ha convertido a los ladrillos de arcilla tradicionales en un material de construcción muy solicitado tanto en mercados locales como internacionales. Además, su versatilidad los hace adecuados no solo para construcciones de viviendas y edificios comerciales, sino también para proyectos de decoración exterior, como la instalación de puertas, ventanas, portales o suelos (Ccahuata, 2022).

En términos de manejo y transporte, los ladrillos de arcilla también son una opción favorable. Al ser relativamente livianos, pueden ser transportados con facilidad, lo que facilita su uso en grandes obras de construcción. Además, tienen excelentes propiedades térmicas, lo que significa que soportan temperatura elevadas sin presentar deterioro. Esto los convierte en un material ideal para construcciones en zonas con climas extremos. Otra

de las ventajas que ofrece el ladrillo de arcilla es su baja expansión térmica, lo que le permite mantener su forma y tamaño, lo que aumenta la durabilidad y seguridad de las construcciones que utilizan este material (Capcha & Rojas, 2022).

No obstante, a pesar de todas sus ventajas, la fabricación de ladrillos de arcilla también conlleva importantes desventajas, principalmente relacionadas con su impacto ambiental. El proceso de producción tradicional, que involucra la quema de la arcilla a altas temperaturas, libera contaminantes al aire, como partículas de polvo, azufre y otros gases, lo que contribuye a la contaminación atmosférica y al cambio climático. Esto es un aspecto preocupante, especialmente debido a la creciente conciencia sobre los problemas ambientales (Tandazo et al., 2025).

Los elementos como residuos que se generan dentro del proceso de producción, llegan a contaminar fuentes de agua cercanas y deteriorando el entorno. La minería para hacer ladrillos también puede causar deforestación, impactando en los ecosistemas. También, los obreros que trabajan en las fábricas de ladrillos están expuestos a las condiciones laborales, como el calor extremo, el ruido y la contaminación del aire, que pueden causar problemas de salud por la exposición continua. Esto demuestra que se debe de mejorar los aspectos de trabajabilidad y desarrollar alternativas más sostenibles para la fabricación de ladrillos (Capcha & Rojas, 2022).

2.2.3 Propiedades de ladrillos

En la clasificación estructural de los ladrillos se consideran dos aspectos importantes: sus propiedades físicas y sus mecánicas. Las mencionadas son determinantes para analizar cómo se comporta el ladrillo en distintas situaciones. De acuerdo con la norma E.070, se establece las características tanto dimensionales y estructurales de los elementos de albañilería para que cumplan las solicitudes requeridas. Además, para estudiar cómo reaccionan los ladrillos ante las cargas que soportan, se puede hacer un estudio más profundo, analizándolos en el contexto en que

se encuentran en los muros de albañilería, para lo cual se suelen tomar prismas como representación (Cabrejos & Guevara, 2024).

Para los profesionales de la construcción es de suma importancia el conoce las particularidades de cada unidad físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla cocida, ya que de ello dependerá su comportamiento durante su vida útil. Las características más importantes son:

1. **Resistencia a compresión:** Esta característica es determinante para conocer la capacidad de los ladrillos para resistir fuerzas aplicadas sobre ellos, especialmente las que intentan comprimirlos. Esta propiedad es determinante para saber si un ladrillo puede aportar a la estabilidad de una construcción (Guevara, 2022).
2. **Variaciones en las dimensiones:** esta referido a como el largo, alto y área puede presentar alguna variabilidad. Estas diferencias se generar por aspectos de secado o coccion o por la tipología de arcilla empelada Controlar estas fluctuaciones es esencial para garantizar que los ladrillos sigan siendo consistentes y, por lo tanto, se puedan colocar adecuadamente en las construcciones (Montalvo, 2025).
3. **Alabeos:** Los alabeos son deformaciones en la cara de los ladrillos, en forma de abultamientos o hundimientos Estos fallos alteran la estética, la calidad y la capacidad del ladrillo para enlazarse en las construcciones. Para medirlos se comprueba la convexidad y concavidad de los ladrillos, puntos determinantes para asegurar la exactitud y el buen resultado en las superficies (Cornelio, 2025).
4. **Absorción:** Es la capacidad de retener agua. Esto es especialmente importante en los ladrillos refractarios, que se usan en altas temperaturas. La absorción también afecta a la resistencia del ladrillo, en la medida en que determinará cómo reaccionará ante las condiciones climáticas o de humedad (Castillo, 2024).

Los ladrillos para fines estructurales deberán satisfacer ciertos requisitos en sus propiedades. Estos estándares aseguran que los ladrillos tengan la resistencia y estabilidad adecuadas para las edificaciones, y se especifican en la tabla de la norma (Camacho, 2025).

2.2.4 Arcilla cocida reciclada

La arcilla cocida reciclada se presenta como una opción viable como elemento de uso. El reciclaje de materiales cerámicos (ladrillos y demás productos de arcilla cocida) es un tema de interés por la necesidad de disminuir los impactos ambientales en la construcción. Los restos de arcilla cocida procedentes de demoliciones pueden ser triturados y reutilizados como áridos o material para nuevos productos de construcción.

La arcilla cocida reciclada se genera principalmente a partir de escombros de albañilería de arcilla cocida, que se trituran y se clasifican para volver a utilizarlos. Según un estudio de Anselmi, (2020), la arcilla cocida reciclada se procesa a través de técnicas como la trituración y el tamizado para ser utilizada en la fabricación de nuevos materiales como concreto y ladrillos. Lo cual también permite aprovechar las propiedades inherentes a la arcilla cocida, como su alta resistencia y durabilidad.

Según Corredor, (2020) menciona que las unidades que fueron producidas con porcentajes de arcilla cocida reciclada presenta características similares a los ladrillos convencionales. El reciclaje de estos materiales disminuye permite reducir la contaminación creando un modelo más sostenible. La arcilla reciclada, al volver a ser cocida a temperaturas controladas, conserva su resistencia y mejora la calidad de los productos finales en comparación con otros materiales reciclados.

2.2.4.1 Aplicaciones en la construcción

Los estudios de uso de arcilla cocida reciclada en la edificación han dado resultados prometedores. Anselmi, (2020) señala que utilizando áridos reciclados de ladrillo cerámico en hormigón se pueden producir mezclas que satisfagan las normas de resistencia y durabilidad. La incorporación de estos materiales reciclados no solo representa una opción económica,.

En cuanto a la resistencia de los productos reciclados, investigaciones como la de Chavarria et al., (2021) indican que el uso de arcilla con la característica de ser reciclada

al ser empleada como agregado fino incide mejorando las propiedades de resistencia del material y la absorción. Así mismo teniendo este efecto es que se debe desarrollar con exactitud pero que si la dosificación es en exceso esto podría producir una estabilidad y durabilidad del elemento

2.2.4.1.1 Beneficios ambientales y económicos

La utilización de arcilla cocida reciclada trae consigo diversos beneficios ambientales, permite emplear escombros los cuales en muchos casos van a parar a vertederos. Además, reduce la explotación de recursos naturales (arcilla virgen), con la consiguiente reducción del impacto ambiental que supone su extracción.

El reciclaje de materiales cerámicos también resulta más económico para los fabricantes de materiales para la construcción. La utilización de arcilla reciclada para elaborar ladrillos y demás productos cerámicos reduce los costos de producción, al aprovechar los materiales locales y evitar gastos en transporte y procesamiento de materias primas (Corredor, 2020).

El reciclaje de la arcilla cocida es una alternativa nueva que da una solución económica y ecológica. Con la edificación sostenible en auge, el uso de arcilla cocida reciclada favoreciendo al medio natural así también contribuye a generar elementos constructivos. El poder desarrollar investigaciones dentro de este campo es de vital importancia para mejorar los métodos de reciclaje y asegurar que estos materiales puedan ser utilizados en aplicaciones constructivas.

2.2.5 Cenizas de horno

Es aquel elemento producto de la combustión de materia orgánica en hornos industriales, se están empleando cada vez más en la construcción por las ventajas económicas y ecológicas que aportan. Estas cenizas se generan en diferentes tipos de hornos, como hornos de ladrillos, incineradoras y hornos de centrales termoeléctricas. Las

cenizas de horno en la construcción mejoran la sostenibilidad, pues reciclan materiales y reducen los residuos industriales (Rojas, 2019).

Hay diferentes tipos de cenizas que se usan en distinto campos como son el ámbito constructivo agrícola entre otros. Entre las más comunes están las cenizas volantes, las cuales son el producto de la combustión de carbón, y las cenizas de cáscara de arroz, producidas en hornos. Estas cenizas son ricas en sílice y aluminio, que les dan propiedades puzolánicas, (Rojas, 2019).

El empleo de cenizas de carbón puede incidir positivamente en las propiedades mecánicas de los materiales y reducir el aspecto de contaminación por carbono. Con la construcción sostenible a la orden del día, el empleo de este elemento como aditivo en materiales de construcción puede ser una solución para promover la economía circular. La investigación que se desarrolla en este aspecto constituye un método importante para la mejorar del proceso de fabricación y aprovechar al máximo el potencial de estos materiales en la construcción (Vélez et al., 2022).

2.2.5.1 Propiedades y aplicaciones

Las cenizas de horno an tenido un uso en la elaboración de concretos y otros elementos constructivos Según un estudio realizado por Diaz & Herrera, (2025), la adición de cenizas volantes a los sistemas cementicios mejora la durabilidad y resistencia del concreto, al reducir su permeabilidad y hacerlo más resistente a la corrosión. Además, estas cenizas pueden sustituir parcialmente al cemento, reduciendo costes y disminuyendo las emisiones de CO₂ que implica su fabricación.

En investigaciones recientes, como la de Perez, (2022) se ha demostrado que las cenizas de horno también se pueden utilizar para producir ladrillos de orden artesanal, mejorando las características mecánicas de estos productos. La adición de este elemento contribuye a un incremento en la propiedad de resistencia y durabilidad de los ladrillos, así como a la mejora de su aislamiento térmico.

El reciclaje de cenizas de horno representa un beneficio significativo en términos ambientales. Perez, (2022) menciona que las cenizas no deben ser tratadas como un residuo peligroso, sino que pueden ser reutilizadas en varios campos uno de ellos el constructivo y así disminuir los residuos y la extracción. Además, el uso de cenizas como material constructivo, al evitar la producción de nuevos materiales como el cemento, muy consumidor de energía.

2.3 Marco conceptual

2.3.1. Arcilla cocida reciclada

Es un material que se obtiene de la reutilización de ladrillos y otros productos cerámicos que han alcanzado su vida útil. Este material una vez reciclado es procesado y puede ser empelado como material de reemplazo de agregados finos u otros. La incorporación de este elemento en la producción de ladrillos artesanales puede mejorar algunas de sus propiedades, Este tipo de reciclaje no solo es favorable desde la óptica ambiental, sino que también puede disminuir los costos de fabricación haciendo que los ladrillos reciclados sean una opción más accesible y sostenible.

2.3.2. Cenizas de horno

Es un subproducto residual resultante de la combustión de materiales orgánicos, como biomasa o combustibles fósiles, en los hornos empleados para la fabricación de ladrillos. La ceniza de horno contiene minerales que tiende a poder mejorar características. La integración de este elemento en la mezcla de arcilla puede incidir directamente en cualidades medibles como la absorción, resistencia u otro. Además, la ceniza funciona como fundente, facilitando el proceso de combustión y reduciendo la temperatura necesaria, lo que podría reducir el consumo de energía en la fabricación de ladrillos.



2.3.3. Ladrillo artesanal

El ladrillo artesanal es un material empleado desde hace mucho tiempo sobre todo en áreas rurales y autoconstruidas. Este tipo de ladrillo se produce de una forma manual en cada uno de los procesos. El método de elaboración es sencillo y por lo general no requiere de alta tecnología, por lo que los costos son bajos. Pero por no estar controlada la calidad de los ladrillos artesanales varían en sus propiedades mecánicas.

2.3.4. Propiedades de los ladrillos

Son aquellas características inherentes que presenta el elemento de albañilería tienen una importancia significativa, ya que estas marcan un grado de calidad de los mismos. La resistencia a presiones sobre el material es una propiedad crucial, indicando el soporte del mismo de cargas externas así mismo la absorción es una cualidad que presenta los ladrillos, ya que un ladrillo que absorbe mucha agua puede debilitar las construcciones, al absorber agua y provocar problemas como corrosión en refuerzos o expansión del material.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se entiende que la metodología viene a ser un conjunto de técnicas y procedimientos enlazados sistemáticamente el cual se desarrollan para resolver o generar un tipo de conocimiento. Su objetivo es orientar a los que investigan en cada etapa del proceso, esto implica una planificación cuidadosa en la elección de los enfoques apropiados para el estudio. Asimismo, la metodología no solo consiste en la síntesis de datos sino de la interpretación de los mismos dándolos a conocer para que aporten al conocimiento en el campo de estudio. En un sentido más amplio es la reflexión sobre el proceso de investigación y el conjunto de principios que orientan el trabajo científico. El desarrollo de una metodología establecida tomando en consideración lo necesario genera que la data obtenida sea fiable, reproducible y aplicable a situaciones reales, y contribuye al avance del conocimiento en cualquier campo (Alfonso et al., 2020).

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo engloba aspectos de recopilación y análisis de data numérica. El método citado tiene como línea la objetividad y la precisión de las mediciones, utilizando instrumentos experimentales y observacionales diseñados para recoger datos cuantificables. El objetivo del método cuantitativo es generalizar los resultados a una



población mayor, buscando patrones y tendencias que permitan hacer predicciones o sacar conclusiones estadísticas. Se centra en la exactitud y la replicabilidad de los resultados, convirtiéndose en la mejor elección para estudios que necesiten resultados verificables y objetivos. Este tipo de metodología permite a los investigadores llegar a hacer estudios a gran escala y, por ser estructurada y numérica, es comparable entre grupos o situaciones (Alfonso et al., 2020).

El presente estudio presenta un enfoque cuantitativo ya que se considera la obtención de data numérica a través de experimentos y/o ensayos en la presente investigación se recabará justamente ese tipo de data la cual será proporcionada por los ensayos de resistencia a los cuales será sometidas las unidades producidas con la característica de adición de cenizas

3.2 Tipo de investigación

El tipo aplicada se enfoca en poder aplicar teorías y principios de la óptica científica con el fin de poder resolver problemas a comparación de la investigación aplicada que se centra en expandir el conocimiento por sí misma, la aplicada tiene como línea el resolver problemas los cuales se producen en distintos campos tales como la educación tecnología, medicina entre otros. Busca dar respuestas inmediatas a preguntas específicas, utilizando métodos y herramientas que permitan realizar cambios o mejoras en situaciones particulares. La finalidad de la investigación aplicada es convertir el conocimiento teórico en prácticas aplicables al mundo real, creando resultados que puedan marcar la diferencia en la sociedad o en las industrias (Pimienta et al., 2018).

Nuestra investigación al ser aplicada ya que lo que se busca resolver un problema específico la cual es la de mejorar las características del ladrillo artesanal bajo la adición de elementos reciclados.

3.3 Nivel de investigación

El nivel explicativo busca descubrir las relaciones de causa y efecto entre los fenómenos que se observan, explicando por qué suceden las cosas, explicando el porqué del cambio de una condición o la ocurrencia de un comportamiento. Usando métodos cuantitativos o cualitativos, los investigadores de este nivel buscan descubrir los mecanismos que dan lugar a los patrones que ven en los datos. En la investigación explicativa se necesita mayor sofisticación y capacidad analítica, porque hay que descubrir y verificar las variables que realmente influyen en los fenómenos que se investigan (Pimienta et al., 2018).

El presente trabajo se desarrolla bajo el nivel explicativo ya que lo que se pretende es comprender como la adición de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno incide en las características de la unidad artesanal. Mediante un análisis de los datos obtenidos

3.4 Diseño de la investigación

El diseño experimental en la investigación es una estrategia metodológica en la que el investigador manipula y controla variables en un ambiente controlado. Este diseño es esencial cuando se quieren hacer inferencias causales entre variables, porque se manipulan ciertas condiciones y se miden los efectos de esas manipulaciones. Este diseño permite asignar aleatoriamente los participantes a los grupos de tratamiento, lo cual minimiza el sesgo y fortalece la validez interna. Se aplica principalmente en investigaciones donde se necesita verificar hipótesis con rigor y establecer relaciones causales claras. En un diseño experimental los investigadores manipulan variables independientes para medir sus efectos sobre las variables dependientes (Alfonso et al., 2020).

El presente trabajo investigativo se desarrolla bajo un diseño experimental debido a que se manipulara las variables mediante la incorporación de este elemento vale decir la ceniza, y ver en qué aspectos tiende a incidir.

3.5 Método de la investigación

El método científico es un método estadístico que implica la investigación de eventos, la formulación de hipótesis y la obtención de conclusiones basadas en datos empíricos y objetivos. La formulación de hipótesis o leyes que describen fenómenos naturales se logra mediante este enfoque, que comprende la observación, la experimentación y la medición de datos. El método científico no es solo una forma de recolectar datos, sino de hacer preguntas precisas, poner a prueba hipótesis con experimentos controlados y analizar los resultados en el contexto de teorías establecidas o nuevas. Además, fomenta la replicabilidad y la revisión por pares. El método científico sigue unos pasos: observación, planteamiento de hipótesis, experimentación controlada, recogida de datos, análisis de datos y conclusiones (Pimienta et al., 2018).

El estudio en mención se desarrollará mediante la aplicabilidad del método científico porque sigue un proceso detallado y riguroso.

3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

Es el conjunto de elementos individuales y otros que poseen o comparten aspectos comunes y que constituyen el objeto de la investigación. Este grupo puede incluir personas, objetos, eventos o cualquier entidad que cumpla con los criterios establecidos por los investigadores. La población es crucial porque es sobre este conjunto que se pretende obtener información generalizable, lo que permite a los investigadores hacer inferencias sobre el comportamiento, características o fenómenos que están siendo analizados. Dependiendo del tipo de investigación, la población puede variar de magnitud lo que influye en los resultados obtenidos. La población se define con base en los criterios de inclusión y exclusión establecidos, de modo que los investigadores puedan seleccionar el grupo adecuado para su investigación (Alfonso et al., 2020).

La población está constituida por todos los ladrillos artesanales producidos en la provincia de Puno.

3.6.2 Muestra

Los participantes del estudio constituyen una muestra representativa de una población más amplia. Esta muestra permite a los investigadores generalizar los datos a toda la población, ya que no siempre es posible estudiar a todos sus miembros. Para garantizar que la selección de la muestra sea representativa de la población en su conjunto y represente con precisión sus características, es imperativo que el proceso de selección se lleve a cabo con mucho cuidado y de acuerdo con un procedimiento estricto. Dependiendo de los objetivos y la naturaleza del estudio, las muestras pueden ser seleccionadas aleatoriamente o de manera no aleatoria. El tamaño y la metodología de selección de la muestra juegan un papel crucial en la validez y la confiabilidad de los resultados obtenidos. Una muestra bien seleccionada permite que los hallazgos sean extrapolables a la población en su conjunto, mientras que una muestra sesgada o no representativa puede distorsionar los resultados y llevar a conclusiones erróneas (Alfonso et al., 2020).

La muestra está compuesta por los ladrillos artesanales que son evaluados en el laboratorio, donde se incluirá ladrillos fabricados con diferentes proporciones de arcilla cocida reciclada (ACRE) y cenizas de horno (CEHO) cabe mencionar que las proporciones estarán en función de la cantidad de arcilla utilizada

Tabla 2

Cantidades de muestras para los ensayos

Unidades de muestras para los diferentes ensayos					
Detalles	Variación de dimensiones	Alabeo	Absorción	Resistencias de unidades	Resistencia de pilas * 3
L°A	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
L+7%ACRE	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00
L+14%ACRE	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00
L+7%CEHO	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00
L+14%CEHO	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00

Total	20.00	20.00	20.00	20.00	16.00
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Se muestra las unidades de ladrillos para los diferentes ensayos vistos para esta investigación.

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

En el contexto de un estudio, estos son los enfoques y procesos específicos que emplean los investigadores para recopilar, analizar e interpretar datos. El objetivo de estos métodos es recopilar información pertinente que responda a las preguntas de investigación. Estos métodos difieren según el tipo de investigación, que puede ser cualitativa, cuantitativa o mixta. Los métodos más populares incluyen la realización de encuestas, entrevistas, observación directa, análisis de contenido y experimentos. Dado que cada enfoque tiene sus propias ventajas y desventajas, la selección de la técnica a utilizar depende de los objetivos específicos del estudio, así como de las características del tema de investigación. (Pino, 2019).

- Técnica de observación.
- Técnica experimental.
- Análisis comparativo.

3.7.2 Instrumentos

Son elementos que permite el recojo de datos necesarios en el desarrollo de una investigación. Estas herramientas son esenciales para recopilar información de manera sistemática y objetiva y, por lo tanto, obtener resultados precisos y confiables. Los instrumentos también dependen del tipo de investigación; entre ellos tenemos encuestas, cuestionarios, entrevistas, escalas, test estandarizados, observaciones estructuradas, etc. Dependiendo del tipo de investigación ya sea cualitativos o cuantitativos) se seleccionara el instrumento (Pino, 2019).

- Equipos para la preparación de muestras.
- Equipos para ensayos.
- Plantillas de Excel.

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

3.8.1 Validación

Es el procedimiento que garantiza que los equipos utilizados para la recolección de datos sean adecuados y eficientes para medir las mismas cosas que están diseñados para medir específicamente. Este proceso es fundamental para asegurar que los instrumentos generen resultados exactos y relevantes. La validación consiste en confirmar que las preguntas o las escalas midan lo que realmente se pretende medir y que no existan sesgos o ambigüedades que distorsionen los datos. Según el enfoque, hay varias maneras de validación, como la de contenido, constructo y criterio, para juzgar la calidad de los instrumentos en términos diferentes (Pimienta et al., 2018).

3.8.2 Confiabilidad

Para lograr la fiabilidad, es necesario medir el mismo objeto en las mismas circunstancias de forma consistente. En otras palabras, un instrumento fiable es aquel que, al utilizarse repetidamente en las mismas circunstancias, proporciona resultados comparables o consistentes con los obtenidos previamente. La fiabilidad es la condición para asegurar que los datos recogidos sean exactos y no estén afectados por errores casuales. Hay diferentes maneras de medir la fiabilidad, como el alfa de Cronbach, que mide la consistencia interna de los ítems en una escala, o el test-retest, que compara los resultados en dos momentos diferentes (Pimienta et al., 2018).

3.9 Plan de recolección de datos

La recolección de datos se organizará en varias fases, cada una enfocada en los diversos ensayos y/o pruebas necesarias que permitan evaluar las características que presentan los ladrillos resultantes

La evaluación de los ladrillos para la presente investigación se centró en dos ladrilleras: la primera, denominada "Ladrillera Mi Perú", y la segunda, "Ladrillera El Salcedo". Estas dos empresas fueron sometidas a análisis para comparar sus productos en términos de calidad y así como en las dimensiones de los ladrillos artesanales fabricados.

Fase 1: Preparación de las Muestras

- Se selecciono y midió las cantidades exactas de arcilla reciclada y cenizas de horno a incorporar en las mezclas.
- Se preparo las muestras de ladrillos siguiendo los métodos tradicionales de fabricación, ajustando las proporciones de los materiales reciclados.
- Se fabrico las unidades de ladrillos para cada mezcla experimental, asegurando

Figura 3

Ladrillos artesanales de Puno



Para la elaboración de las unidades artesanales fue necesario el uso de moldes de metal de 21.5 cm x 12 cm x 7.5 cm. Los ladrillos son del tipo I y tienen un peso aproximado de 2850 gramos cada uno.

Figura 4

Moldes de los ladrillos



Después del moldeo de los ladrillos, se procedió al secado durante aproximadamente dos semanas, lo que permitió su preparación para la cocción en el horno artesanal de la ladrillera, con la colaboración del productor de los ladrillos. Posteriormente, se inició el midiendo la resistencia a la compresión de cada unidad producida. Durante este proceso, también se organizaron las pilas de ladrillos, utilizando un mortero de 1.5 cm de espesor, conforme a la norma E-070. El curado se realizó durante aproximadamente 10 días, y, finalmente se procedió al sometimiento de ensayo de compresión en las pilas

❖ **Recolección de arcillas cocida reciclada**

La obtención de las arcillas cocidas recicladas se realizó directamente en la misma ladrillera, dado que se cuenta con una gran cantidad de ladrillos defectuosos o dañados que ya no son aptos para su uso en la construcción. Estos ladrillos fueron recolectados y, posteriormente, triturados utilizando un combo y martillo. Tras este proceso, se procedió a

realizar un tamizado del material, empleando una malla de 200 para obtener una granulometría adecuada y homogénea.

Figura 5

Arcilla cocida reciclada



Tabla 3

Componentes químicos de la arcilla cocida

Componente	
Silicatos de Aluminio Hidratados	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Sílice	(SiO_2)
Alúmina	(Al_2O_3)
Óxidos de Hierro	(Fe)

Nota. Tomada de (Avizovas et al., 2022).

❖ Recolección de cenizas de horno

La obtención de las cenizas de horno se realizó extrayéndolas directamente de los hornos de cocción utilizados para la fabricación de los ladrillos. Estas cenizas provienen principalmente de la quema de madera de eucalipto y de algunas malezas encontradas en los alrededores. Posteriormente, el material fue tamizado, utilizando una malla de 200, para asegurar una granulometría adecuada para su utilización.

Figura 6

Cenizas de horno



Según Cedeño et al., (2022), las cenizas de horno utilizadas en la producción de ladrillos artesanales están compuestas principalmente por silicio, aluminio hierro calcio y potasio junto con elementos como fósforo, azufre y magnesio.

Tabla 4

Peso del material (arcilla) para el ladrillo

Dosificación de la masa del ladrillo		
Incorporación de material	Peso del material de origen del ladrillo aproximado (kg)	Peso del material incorporado
0%	2.77	0
con 7% de ACRE	2.58	0.19
con 14% de ACRE	2.38	0.39
con 7% de CEHO	2.58	0.19
con 14% de CEHO	2.38	0.39

Se empleó aproximadamente 10 kilos de arcilla cocida reciclada y 10 kilos de cenizas de horno.

Fase 2: Ensayos

- Variación Dimensional: Medir el tamaño de los ladrillos antes y después de la cocción para determinar la expansión o contracción durante el proceso.
- Alabeo: Realizar mediciones para determinar si se presentan deformaciones (curvaturas) en los ladrillos tras la cocción.
- Absorción de Agua: Evaluar la cantidad de agua absorbida por los ladrillos, lo cual está relacionado con la porosidad y la durabilidad del material.
- Resistencia a la Compresión de Unidades: Realizar pruebas para medir la capacidad de los ladrillos para soportar cargas y determinar su resistencia estructural.
- Resistencia a Compresión de Pilas: Evaluar la resistencia de los ladrillos cuando se apilan,

Fase 3: Recolección y Registro de Datos

- Registrar todos los datos de las mediciones, incluyendo los valores de variación dimensional, alabeo, absorción de agua, y resistencia a la compresión en un formato tabular.
- Asegurar que cada medición sea registrada correctamente en los formatos elaborados y secuencialmente pasarlo a una bases de datos digitales.
- Realizar repeticiones de los ensayos para asegurar la consistencia de los resultados.

Fase 4: Análisis de Datos

- Comparar los resultados obtenidos para los ladrillos con materiales reciclados frente a los ladrillos tradicionales sin estos.

Tabla 5

Procesos de recolección de datos

Fase	Actividades Principales
Fase 1: Preparación de Muestras	Preparación de los materiales, mezcla y fabricación de ladrillos.
Fase 2: Ensayos Físico-Mecánicos	Realización de pruebas de variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la compresión.
Fase 3: Recolección de Datos	Registro de los datos de las pruebas físicas y mecánicas.
Fase 4: Análisis de Datos	Procesamiento y análisis de los datos obtenidos de los ensayos.

Ensayos realizados❖ **variación dimensional**

se ha considerado lo citado en la respectiva norma peruana que describe el procedimiento de desarrollo del mencionado todo esto plasmando en la NTP 399.613, se da a conocer los aspectos desarrollados considerados en este punto :

- Secado de las muestras: las unidades producidas fueron ingresadas en un horno industrial dentro del cual las unidades fueron sometidas a una temperatura de 110°C por un periodo de 24 horas. Este paso fue esencial para garantizar que las muestras estuvieran libres de humedad antes de ser sometidas a medición.
- Equipos utilizados: Se utilizó una regla metálica y un vernier en óptimas condiciones de funcionamiento y debidamente calibrados, con el fin de obtener mediciones precisas y confiables durante todo el procedimiento.
- Medición de las dimensiones: Para obtener las medidas de las muestras, se registraron el largo, ancho y altura de cada espécimen utilizando un vernier. Las mediciones obtenidas fueron cuidadosamente anotadas en el instrumento correspondiente. Posteriormente, las medidas promediadas de cada dimensión fueron introducidas en la fórmula siguiente

$$VD = \frac{Me - Mp}{Me} * 100$$

Donde:

VD es la variación dimensional en porcentaje.

M_e representa la medida estándar, es decir, la dimensión original o inicial del espécimen antes de la sustitución de la arcilla por puzolana.

M_p corresponde a la medida promedio obtenida para el espécimen tras la sustitución.

Este procedimiento permite determinar la desviación en las dimensiones de las muestras como resultado de la inclusión de puzolana, proporcionando datos clave sobre la consistencia de las propiedades dimensionales en función de las variaciones en la mezcla de los materiales.

❖ Prueba de alabeo

La prueba de alabeo busca reconocer y medir las depresiones o abultamientos en la superficie de las muestras (concavidad y convexidad). A continuación, se describe el procedimiento general que se sigue para realizar esta prueba:

- Equipos utilizados: Para realizar esta prueba se necesitó una regla metálica y una cuña metálica de 60 mm de largo y 12.5 mm de espesor. Estas herramientas se eligieron por su exactitud para medir los cambios en la superficie de los ladrillos.
- Medidas: El método para definir la concavidad y convexidad de las muestras fue el siguiente: Primero, se colocó la regla metálica sobre el ladrillo. Para determinar la convexidad, se colocó la cuña entre la superficie del ladrillo y la regla, eligiéndose la mayor abertura que se apreciara. Este proceso se repitió para localizar las zonas de mayor curvatura. Para establecer la concavidad, se midió de manera similar, pero ahora localizando la mayor profundidad o hendidura en la cara del ladrillo. Los valores de concavidad y convexidad se anotaron en el instrumento designado para su posterior análisis.

❖ Absorción

- La prueba de absorción se realiza de acuerdo con la norma NTP 399.613, que especifica la cantidad de agua que un ladrillo puede absorber en condiciones controladas. Durante esta prueba, se evalúa la porosidad del material y su

comportamiento en presencia de humedad. Estos factores influyen en la durabilidad y resistencia del material.

A continuación, se describe el enfoque general seguido para realizar esta prueba:

- Equipos y especímenes: Para realizar esta prueba se usaron diferentes equipos y materiales, como una balanza de precisión, un horno apropiado para el secado y utensilios para manipular las muestras. Las muestras sometidas a prueba, elaboradas con distintas proporciones de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno.
- Fijación de la absorción: El proceso de medición inició tomando el peso seco de cada ladrillo, el cual fue anotado en la balanza antes de comenzar con la saturación. Luego, los ladrillos se sumergieron en agua durante un tiempo para que absorbieran la mayor cantidad posible. Una vez saturados, los ladrillos fueron retirados y se dejó que el agua sobrante goteara. Después de este proceso se tomó el peso saturado de cada muestra.
- Una vez que se tiene el peso seco y el peso saturado de cada ladrillo, los datos obtenidos fueron ingresados en la siguiente expresión matemática

$$A = \frac{Ws - Wd}{Wd} * 100$$

Donde:

A representa la absorción en porcentaje.

Ws es el peso saturado del ladrillo, es decir, el peso después de haber sido sumergido en agua y dejado drenar.

Wd es el peso en seco del ladrillo, que corresponde al peso del material antes de ser sumergido en agua.

❖ Prueba de resistencia a la compresión simple (f'_b)

La prueba de resistencia a la compresión simple tiene como objetivo determinar la capacidad de los especímenes de albañilería para soportar cargas compresivas antes de fallar. Este ensayo es crucial para evaluar la resistencia estructural de los ladrillos, que es un parámetro clave en la construcción de obras civiles. A continuación, se describe el procedimiento general seguido para la realización de este ensayo:

- Equipos utilizados: Para la prueba de resistencia se usaron distintos equipos especializados. Entre ellos se encuentran una máquina de compresión axial para aplicar la carga sobre los especímenes, una balanza para pesar los ladrillos antes de la prueba, un horno para secar los especímenes y herramientas varias para manipular y preparar las muestras.
- Ensayo de compresión: Las muestras que se sometieron a esta prueba fueron previamente secadas en estufa. Una vez secos, los ladrillos se colocaron individualmente en la máquina de compresión axial. La cual mediante una aguja metálica ejerce una carga creciente y uniforme sobre cada espécimen hasta que falla (se rompe o se fractura) por exceso de carga.
- Medición de la carga máxima: En el ensayo se anotaron las cargas máximas que resistió cada unidad de mampostería antes de fallar. Estos datos se registraron en los formatos apropiados para garantizar la trazabilidad de los resultados. La resistencia a la compresión se determinó dividiendo la carga máxima soportada por el área del espécimen.

❖ Prueba de resistencia a la compresión axial de pilas (f'_m)

La prueba de resistencia compresiva axial de pilas tiene como objetivo transcendental evaluar la capacidad de las pilas de albañilería para resistir cargas o fuerzas verticales, tales como las causadas por la carga muerta, carga viva y otras cargas verticales que se aplican en estructuras de albañilería. Este ensayo se basa en los estándares que fueron creados por la Norma Técnica Peruana NTP 399.605, la cual

verifica que los pilotes de mampostería sean capaces de soportar estas cargas adecuadamente sin afectar la integridad estructural de los elementos

Se presenta a continuación los aspectos y procedimientos seguidos

- Equipos utilizados: Máquina de compresión universal, adecuada para aplicar las cargas necesarias de manera controlada sobre los especímenes. Los especímenes en esta prueba consistieron en pilas de ladrillos que fueron fabricadas utilizando una mezcla de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno como materiales principales. Además, se utilizó mortero, el cual fue preparado conforme a lo que estipula la NTP 334.003. Este mortero debe cumplir con una resistencia característica a los 28 días de curado de 138 kg/cm^2 , lo que garantiza que el material utilizado en la pila tenga la resistencia mínima requerida para el ensayo.
- Elaboración de pilas: Las pilas de ladrillos fueron elaboradas con dimensiones específicas, con una altura de 28.0cm, un largo de 21.5 cm y un ancho de 12.0 cm. Estas pilas fueron preparadas y luego sometidas a un proceso de hidratación controlada, el cual se mantuvo durante un periodo de 28 días, lo que asegura que los morteros y materiales empleados alcancen su resistencia máxima a compresión antes de la prueba.
- Ensayo de compresión: Una vez transcurrido el periodo de hidratación y alcanzada la resistencia necesaria en los materiales, las pilas fueron colocadas de manera cuidadosa y alineada en la máquina de compresión universal. A continuación, se aplicó una carga de forma gradual, incrementándola de manera continua hasta que se observaron indicios de falla en la pila, como fisuras o fracturas visibles. Durante todo el proceso, se registraron meticulosamente los valores de carga aplicada y los momentos específicos en los que ocurrieron los primeros signos de falla. Estos datos fueron anotados en los formatos correspondientes, los cuales permitieron calcular posteriormente la resistencia final a la compresión de las pilas.



3.9.1 *Análisis e interpretación de los resultados*

Es el proceso que Implica organizar y analizar la información utilizando métodos estadísticos o cualitativos, según la naturaleza de la investigación. En el análisis, se buscan patrones, relaciones o tendencias en los datos que respalden o refuten las hipótesis iniciales de la investigación. Además, se compara con estudios anteriores para poner en contexto los resultados y establecer su validez en el campo de estudio.

Después del análisis, la interpretación de resultados implica asignarles un significado en términos de la investigación, las variables y el marco teórico inicial. Es en este momento que el investigador interpreta los resultados, señala las limitaciones del estudio y ofrece explicaciones apoyadas en los datos. La interpretación da sentido a los resultados, relacionándolos con el objetivo inicial de la investigación y muchas veces abriendo la puerta a futuras investigaciones o aplicaciones prácticas. El análisis e interpretación deben ser objetivos y transparentes para que las conclusiones sean válidas y contribuyan al conocimiento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos

En este apartado se hace la presentación de los resultados obtenidos en lo que refiere a los objetivos trazados todo en función de los ladrillos tradicionales fabricados en la región de Puno, así como de aquellos en los que se incorporaron arcilla cocida reciclada y cenizas de horno. Los resultados se muestran a través de gráficos y tablas, seguidos de un análisis detallado de cómo estos componentes afectan las propiedades de los ladrillos.

❖ Análisis de la masa de fabricación de ladrillos

Tabla 6

Gradación del material- M.01

TAMICES	P.RETENIDO	%R.PARCIAL	%R.ACUMULADO	%PASANTE
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	2.10	0.21	0.21	99.79
No4	14.56	1.46	1.67	98.33
No10	16.78	1.68	3.34	96.66
No20	28.45	2.85	6.19	93.81
No40	107.80	10.78	16.97	83.03
No 50	164.78	16.48	33.45	66.55
No100	197.80	19.78	53.23	46.77
No200	214.70	21.47	74.70	25.30
BASE	253.03	25.30	100.00	0.00
TOTAL	1000	100		
% PERDIDA	25.303			

Tabla 7*Gradación del material- M.02*

TAMICES	P.RETENIDO	%R.PARCIAL	%R.ACUMULADO	%PASANTE
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	1.23	0.12	0.12	99.88
No4	5.74	0.57	0.70	99.30
No10	11.46	1.15	1.84	98.16
No20	44.78	4.48	6.32	93.68
No40	117.54	11.75	18.08	81.93
No 50	167.89	16.79	34.86	65.14
No100	188.22	18.82	53.69	46.31
No200	214.63	21.46	75.15	24.85
BASE	248.51	24.85	100.00	0.00
TOTAL	1000	100		
% PERDIDA	24.85			

Tabla 8*Limites*

Limites en los puntos exploratorios			
Limites	M.01	M.02	Promedio
LL	40.92	40.51	40.72
LP	21.09	20.76	20.93
IP	19.82	19.75	19.79

Se muestran los valores de los límites obtenidos en las dos ladrilleras evaluadas. En cuanto al (LL), los valores oscilan entre 40.51 y 40.92, con un promedio de 40.72. El (LP) varía entre 20.76 y 21.09, con un promedio de 20.93. Finalmente, el (IP) presenta un rango de 19.75 a 19.82, con un promedio de 19.79. Estos resultados reflejan las características de la arcilla de las dos ladrilleras, con una ligera variación entre ellos.

4.1.1 Identificación las características de los ladrillos artesanales fabricados en la provincia de Puno

Tabla 9

Variaciones sobre las dimensiones en los ladrillos

Variación en las dimensiones en ladrillos artesanales en Puno							
MUESTRAS	Largo-cm						Promedios de ladrilleras
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4	Prom	V(%)	
La1-1	21.20	21.18	21.21	21.22	21.20	1.38	L= 21.21 V%=1.37
La1-2	21.21	21.20	21.20	21.22	21.21	1.36	
La2-1	21.20	21.23	21.21	21.22	21.21	1.33	L= 21.22 V%=1.33
La2-2	21.23	21.23	21.21	21.21	21.22	1.32	
Promedio final					21.21	1.35	
MUESTRAS	Ancho-cm						Promedios de ladrilleras
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4	Prom	V(%)	
La1-1	11.76	11.79	11.80	11.80	11.78	1.80	A= 11.78 V%=1.81
La1-2	11.79	11.75	11.79	11.80	11.78	1.82	
La2-1	11.76	11.76	11.79	11.78	11.77	1.90	A= 11.78 V%=1.83
La2-2	11.77	11.80	11.81	11.78	11.79	1.77	
Promedio final					11.78	1.82	
MUESTRAS	Alto-cm						Promedios de ladrilleras
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4	Prom	V(%)	
La1-1	7.35	7.40	7.37	7.34	7.36	1.81	A= 7.37 V%=1.79
La1-2	7.39	7.37	7.34	7.39	7.37	1.76	
La2-1	7.39	7.36	7.37	7.35	7.37	1.79	A= 7.37 V%=1.79
La2-2	7.38	7.38	7.35	7.36	7.37	1.79	
Promedio final					7.37	1.79	

Se muestra las variaciones en las dimensiones de los ladrillos artesanales de dos ladrilleras en la provincia de Puno. Los promedios finales de las dimensiones son los siguientes: para el largo, la ladrillera 1 (La1) tiene un promedio final de 21.21 cm, y la ladrillera 2 (La2) un promedio de 21.22 cm. En cuanto al ancho, La1 tiene un promedio de 11.78 cm y La2 de 11.78 cm. Finalmente, en el alto, el promedio de La1 es 7.37 cm y el de La2 también es 7.37 cm. Los valores muestran una ligera diferencia entre las dos ladrilleras, con una variabilidad mínima en las dimensiones.

Tabla 10

Alabeos presentes en los ladrillos

Muestra	Dimensión	Alabeos			Promedio por ladrilleras
		Cóncavo(mm)	Convexo(mm)	Alabeo	
La1 -1	Cara Superior	1.66	1.75	1.72	Conc=1.66 Conv=1.63
	Cara Inferior	1.78	1.69	1.72	
La1 -2	Cara Superior	1.64	1.54	1.59	
	Cara Inferior	1.54	1.47	1.51	
La2 -1	Cara Superior	1.42	1.36	1.47	Conc=1.48 Conv=1.43
	Cara Inferior	1.52	1.39	1.38	
La2 -2	Cara Superior	1.47	1.35	1.50	
	Cara Inferior	1.52	1.40	1.38	
Prom cóncavo en la provincia de Puno					1.57
Prom convexo en la provincia de Puno					1.49

Se muestran los alabeos presentes en los ladrillos, evaluados en dos dimensiones: cóncavo y convexo. El promedio de alabeo cóncavo es de 1.57 mm, mientras que el promedio de alabeo convexo es de 1.49 mm. Estos valores reflejan una ligera mayor deformación cóncava en comparación con la convexa en las muestras analizadas.

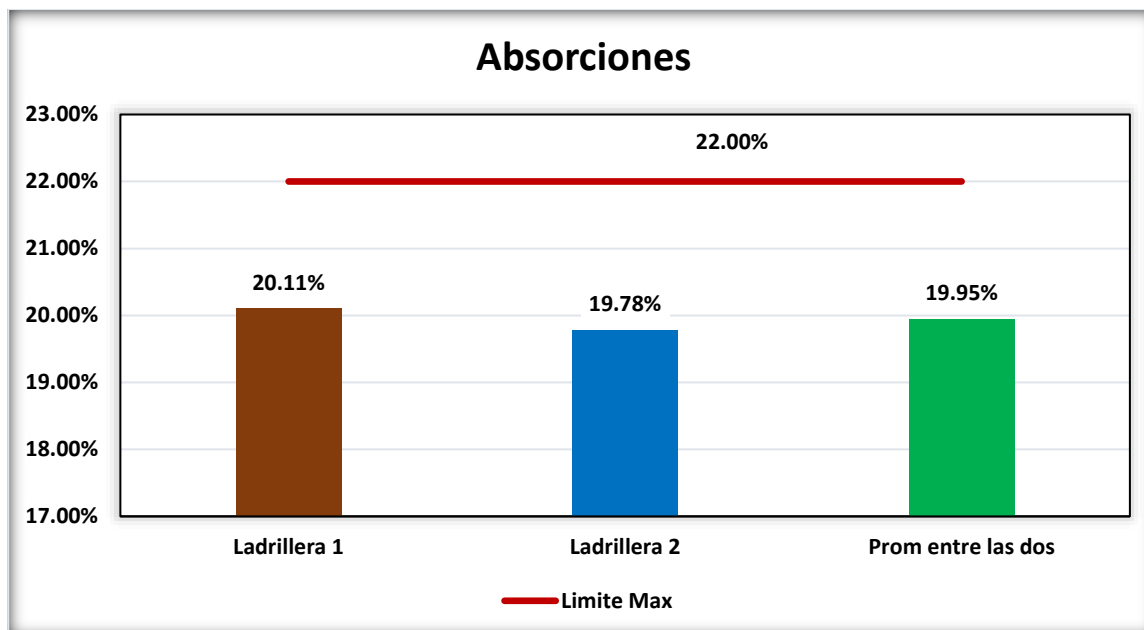
Tabla 11

Absorciones presentes en los ladrillos

Absorciones en los ladrillos tradicional				
Descripción	La1-1	La1-2	La2-1	La2-2
Pe-seco	2836	2828	2834	2832
Pe-saturado	3405	3398	3392	3395
Absorciones(%)	20.06%	20.16%	19.69%	19.88%
Por ladrilleras	20.11%		19.78%	
Promedio final			19.95%	

Figura 7

Absorciones presentes en los ladrillos



Se presentan los valores de absorción de agua correspondientes a las dos ladrilleras evaluadas. La primera ladrillera presentó un valor de absorción de 20.11%, mientras que la segunda alcanzó 19.78%, con un promedio general de 19.95%. La línea roja en la gráfica indica el límite máximo de absorción permitido por la normativa, que es de 22.00%. Todas las muestras se encuentran por debajo de este límite, lo que demuestra que ambas ladrilleras cumplen con los requisitos establecidos.

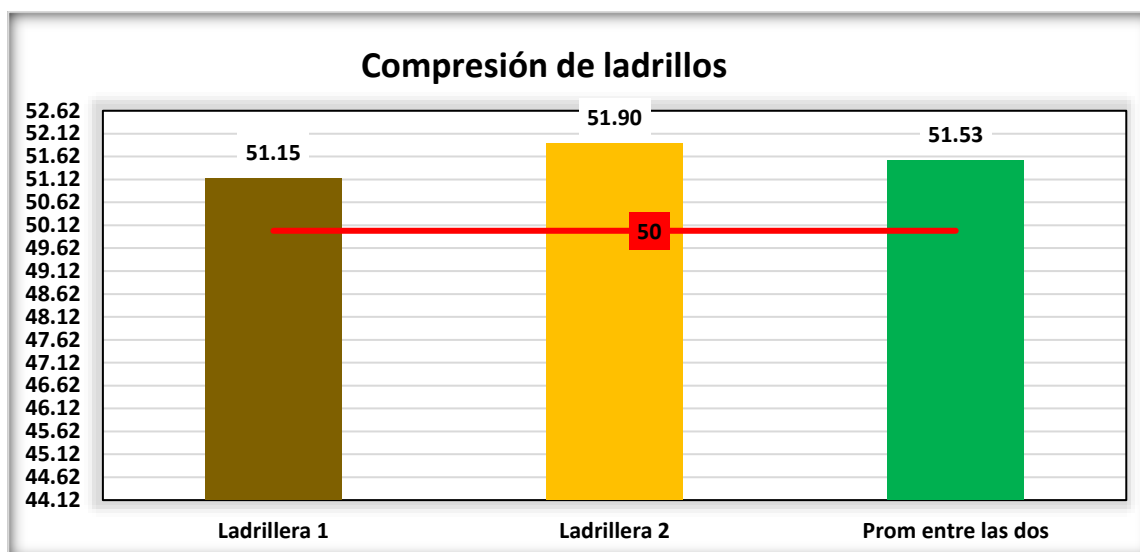
Tabla 12

Ladrillos analizados en resistencias compresivas

Detalles	F'c (normativa)	Áreas en cm²	Cargas kg	Roturas kg/cm2	Promedio por ladrilleras
La1-1	50.00	249.57	12872.00	51.58	51.15 kg/cm2
La1-2		249.95	12678.00	50.72	
La2-1		250.09	13068.00	52.25	51.90 kg/cm2
La2-2		249.41	12858.00	51.55	
Promedio final				51.53	

Figura 8

Ladrillos analizados en resistencias compresivas

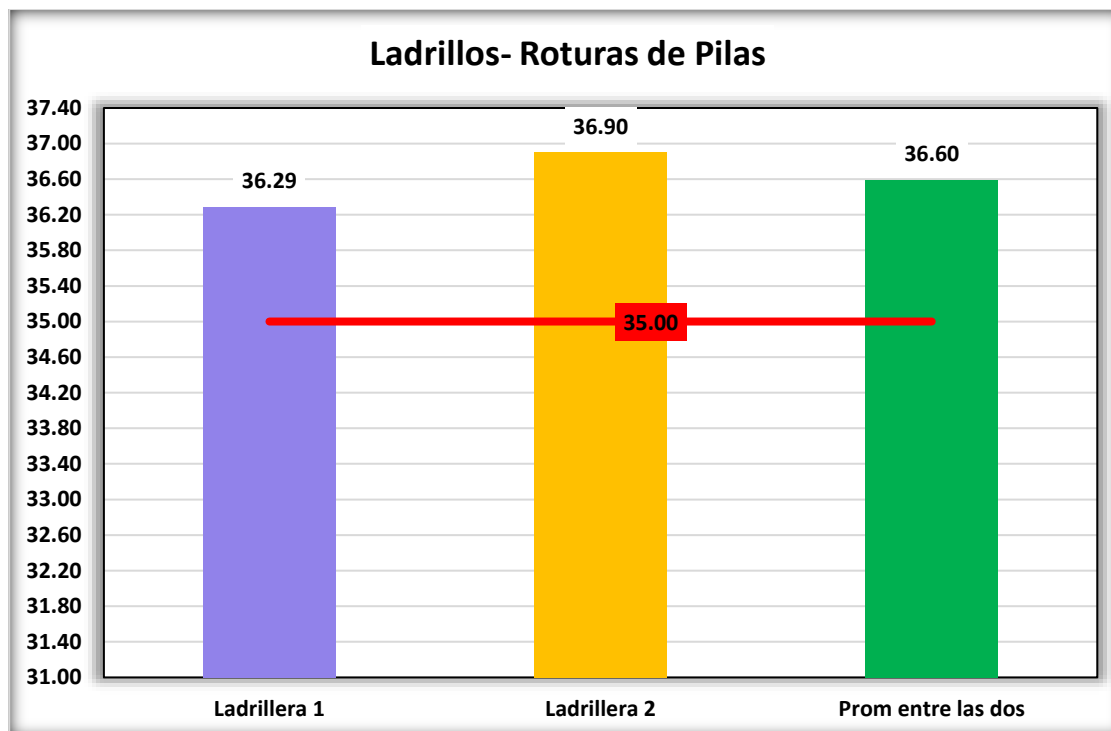


Se presentan los resultados de las resistencias a la compresión de los ladrillos de las dos ladrilleras de la provincia de Puno. La resistencia de la primera ladrillera fue de 51.15 kg/cm², mientras que la segunda alcanzó 51.90 kg/cm², resultando en un promedio general de 51.53 kg/cm². La línea roja en la gráfica indica el límite mínimo permitido por la normativa, que es de 50 kg/cm². Todas las muestras superan este límite, lo que demuestra que los ladrillos cumplen con la resistencia mínima exigida por la normativa.

Tabla 13

Ladrillos analizados en resistencias de pilas

Detalles	F'c (normativa)	Áreas en cm²	Cargas kg	Roturas kg/cm2	Roturas kg/cm2
La1-1	35	249.57	9222	36.95	36.29 kg/cm2
La1-2		249.76	8898	35.63	
La2-1		250.18	9189	36.73	36.90 kg/cm2
La2-2		249.74	9259	37.08	
Promedio final				36.60	

Figura 9*Ladrillos analizados en resistencias de pilas*

Se presentan los resultados de las resistencias compresivas de pilas de los ladrillos de las dos ladrilleras de la provincia de Puno. La resistencia de la primera ladrillera fue de 36.29 kg/cm², mientras que la segunda alcanzó 36.90 kg/cm², resultando en un promedio general de 36.60 kg/cm². La línea roja en la gráfica representa el límite mínimo permitido por la normativa, que es de 35 kg/cm². Esto indica que, aunque la segunda ladrillera supera el límite establecido, la primera no cumple con los requisitos para la resistencia a la compresión de pilas.

4.1.2 Propiedades físicas de los ladrillos artesanales con la inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables

En este apartado se presentan las propiedades físicas, como la variación dimensional, el alabeo y la absorción.

Variación dimensional

Tabla 14

Variaciones sobre las dimensiones en los ladrillos con 7% ACRE

Variación dimensional en ladrillos (21.5 * 12 * 7.5) cm						
MUESTRAS	Largo-cm				Prom.	V(%)
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4		
LAM -1	21.28	21.27	21.27	21.28	21.27	1.06
LAM -2	21.29	21.28	21.28	21.28	21.28	1.02
LAM -3	21.31	21.28	21.26	21.28	21.28	1.03
LAM -4	21.29	21.28	21.28	21.30	21.28	1.00
Promedio					21.28	1.03
MUESTRAS	Ancho-cm				Prom.	V(%)
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4		
LAM -1	11.85	11.83	11.84	11.85	11.84	1.32
LAM -2	11.84	11.83	11.86	11.85	11.84	1.30
LAM -3	11.84	11.84	11.86	11.83	11.84	1.33
LAM -4	11.85	11.85	11.81	11.84	11.84	1.37
Promedio					11.84	1.33
MUESTRAS	Alto-cm				Prom.	V(%)
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4		
LAM -1	7.43	7.41	7.40	7.41	7.41	1.20
LAM -2	7.42	7.39	7.42	7.43	7.41	1.17
LAM -3	7.40	7.45	7.43	7.41	7.42	1.07
LAM -4	7.41	7.39	7.45	7.43	7.42	1.09
Promedio					7.42	1.13

Se muestra las variaciones dimensionales de los ladrillos con 7% de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE), evaluadas en tres dimensiones: largo, ancho y alto. En el caso del largo, el promedio es de 21.28 cm con un coeficiente de variación de 1.03%. Para el ancho, el promedio es de 11.84 cm, con una variación del 1.33%. Finalmente, en el alto, el promedio es de 7.42 cm, con un coeficiente de variación de 1.13%. Estos resultados indican que los ladrillos presentan una variabilidad relativamente baja en sus dimensiones al incorporar ACRE.

Tabla 15

Variaciones sobre las dimensiones en los ladrillos con 14% ACRE

Variación dimensional en ladrillos (21.5 * 12 * 7.5) cm						
MUESTRAS	Largo-cm				Prom.	V(%)
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4		
LAM -1	21.35	21.33	21.34	21.34	21.34	0.73
LAM -2	21.34	21.36	21.33	21.34	21.34	0.73
LAM -3	21.36	21.37	21.37	21.36	21.36	0.64
LAM -4	21.34	21.35	21.35	21.36	21.35	0.71
Promedio					21.35	0.70
MUESTRAS	Ancho-cm				Prom.	V(%)
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4		
LAM -1	11.89	11.90	11.88	11.90	11.89	0.93
LAM -2	11.88	11.89	11.88	11.89	11.88	0.97
LAM -3	11.88	11.88	11.89	11.88	11.88	0.98
LAM -4	11.89	11.87	11.88	11.88	11.88	0.98
Promedio					11.88	0.97
MUESTRAS	Alto-cm				Prom.	V(%)
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4		
LAM -1	7.48	7.48	7.49	7.47	7.48	0.32
LAM -2	7.50	7.48	7.49	7.49	7.49	0.19
LAM -3	7.49	7.48	7.48	7.49	7.48	0.23
LAM -4	7.47	7.48	7.46	7.48	7.47	0.37
Promedio					7.48	0.28

Se muestra las variaciones dimensionales de los ladrillos con 14% de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE), evaluadas en tres dimensiones: largo, ancho y alto. En el caso del largo, el promedio es de 21.35 cm, con un coeficiente de variación de 0.70%. Para el ancho, es de 11.89 cm, con una variación del 0.97%. Finalmente, en el alto, el promedio es de 7.48 cm, con un coeficiente de variación de 0.28%. Los resultados muestran que las dimensiones de los ladrillos tienen una variabilidad baja al incorporar ACRE, indicando una buena estabilidad dimensional.

Tabla 16

Variaciones sobre las dimensiones en los ladrillos con 7% CEHO

Variación dimensional en ladrillos (21.5 * 12 * 7.5) cm						
MUESTRAS	Largo-cm				Prom.	V(%)
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4		
LAM -1	21.28	21.28	21.29	21.28	21.28	1.00
LAM -2	21.29	21.29	21.29	21.29	21.29	0.97
LAM -3	21.29	21.28	21.28	21.29	21.29	0.99
LAM -4	21.31	21.31	21.32	21.31	21.31	0.90
Promedio					21.29	0.97
MUESTRAS	Ancho-cm				Prom.	V(%)
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4		
LAM -1	11.83	11.85	11.84	11.84	11.84	1.35
LAM -2	11.86	11.84	11.86	11.85	11.85	1.23
LAM -3	11.85	11.85	11.84	11.86	11.85	1.28
LAM -4	11.85	11.85	11.86	11.85	11.85	1.23
Promedio					11.85	1.27
MUESTRAS	Alto-cm				Prom.	V(%)
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4		
LAM -1	7.43	7.41	7.43	7.42	7.42	1.04
LAM -2	7.41	7.41	7.42	7.41	7.41	1.15
LAM -3	7.42	7.43	7.44	7.42	7.43	0.99
LAM -4	7.43	7.43	7.43	7.43	7.43	0.91
Promedio					7.42	1.02

Se muestra las variaciones dimensionales de los ladrillos con 7% de Cenizas de Horno (CEHO), evaluadas en tres dimensiones: largo, ancho y alto. En el caso del largo, el promedio es de 21.29 cm, con un coeficiente de variación de 0.97%. Para el ancho, es de 11.85 cm, con una variación del 1.27%. Finalmente, en el alto, el promedio es de 7.42 cm, con un coeficiente de variación de 1.02%. Los resultados indican que los ladrillos presentan una variabilidad baja en sus dimensiones al incorporar CEHO, mostrando una estabilidad dimensional adecuada.

Tabla 17

Variaciones sobre las dimensiones en los ladrillos con 14% CEHO

Variación dimensional en ladrillos (21.5 * 12 * 7.5) cm						
MUESTRAS	Largo-cm					V(%)
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4	Prom.	
LAM -1	21.36	21.35	21.37	21.36	21.36	0.63
LAM -2	21.39	21.37	21.39	21.38	21.38	0.56
LAM -3	21.38	21.37	21.39	21.38	21.38	0.58
LAM -4	21.37	21.37	21.37	21.37	21.37	0.61
Promedio					21.37	0.59
MUESTRAS	Ancho-cm					V(%)
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4	Prom.	
LAM -1	11.91	11.92	11.91	11.91	11.91	0.75
LAM -2	11.90	11.91	11.89	11.90	11.90	0.82
LAM -3	11.91	11.89	11.89	11.91	11.90	0.87
LAM -4	11.90	11.90	11.88	11.90	11.90	0.87
Promedio					11.90	0.83
MUESTRAS	Alto-cm					V(%)
	M.-1	M.-2	M.-3	M.-4	Prom.	
LAM -1	7.49	7.49	7.50	7.49	7.49	0.08
LAM -2	7.50	7.50	7.51	7.49	7.50	0.05
LAM -3	7.50	7.50	7.49	7.50	7.50	0.05
LAM -4	7.49	7.48	7.50	7.49	7.49	0.16
Promedio					7.49	0.08

muestra las variaciones dimensionales de los ladrillos con 14% de Cenizas de Horno (CEHO), evaluadas en tres dimensiones: largo, ancho y alto. El promedio del largo es de 21.37 cm, con un coeficiente de variación de 0.59%. Para el ancho, es de 11.90 cm, con una variación del 0.83%. Finalmente, el promedio del alto es de 7.49 cm, con un coeficiente de variación muy bajo de 0.08%. Estos resultados indican que los ladrillos con CEHO presentan una baja variabilidad en sus dimensiones, lo que refleja una alta estabilidad dimensional.

Tabla 18

Variaciones sobre las dimensiones

Descripción	Detalles	Promedio(cm)	Variación (%)
LA	Largo	21.21	1.37
	Ancho	11.78	1.81
	Alto	7.37	1.79
L+7%ACRE	Largo	21.28	1.03
	Ancho	11.84	1.33
	Alto	7.42	1.13
L+14%ACRE	Largo	21.35	0.70
	Ancho	11.88	0.97
	Alto	7.48	0.28
L+7%CEHO	Largo	21.29	0.97
	Ancho	11.85	1.27
	Alto	7.42	1.02
L+14%CEHO	Largo	21.37	0.59
	Ancho	11.90	0.83
	Alto	7.49	0.08

Se muestran las variaciones dimensionales de los ladrillos con diferentes proporciones de (ACRE) y (CEHO). El promedio del largo varía entre 21.21 cm y 21.37 cm, con la menor variación observada en los ladrillos con 14% de CEHO (0.59%). La variación en el ancho es menor en los de 14% de CEHO (0.83%). En cuanto al alto, la variación es más baja en los ladrillos con 14% de CEHO (0.08%), lo que indica una alta estabilidad.

Alabeo

Tabla 19

Alabeos presentes en los ladrillos con 7% ACRE

Muestra	Dimensión	Alabeos		Alabeo
		Cóncavo(mm)	Convexo(mm)	
LM -1	Cara Superior	1.32	1.46	1.39
	Cara Inferior	1.46	1.25	1.36
LM -2	Cara Superior	1.38	1.32	1.40
	Cara Inferior	1.42	1.29	1.31
LM -3	Cara Superior	1.35	1.32	1.34
	Cara Inferior	1.32	1.38	1.35
LM -4	Cara Superior	1.40	1.31	1.40
	Cara Inferior	1.39	1.26	1.29
Prom cóncavo			1.38	
Prom convexo			1.32	

Se muestran los alabeos presentes en los ladrillos con 7% de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE). El alabeo cóncavo tiene un promedio de 1.38 mm, mientras que el alabeo convexo presenta un promedio de 1.32 mm. Los resultados indican que los ladrillos tienen una mayor deformación cóncava en comparación con la convexa.

Tabla 20

Alabeos presentes en los ladrillos con 14% ACRE

Muestra	Dimensión	Alabeos		Alabeo
		Cóncavo(mm)	Convexo(mm)	
LM -1	Cara Superior	1.28	1.25	1.28
	Cara Inferior	1.27	1.30	1.28
LM -2	Cara Superior	1.20	1.21	1.26
	Cara Inferior	1.32	1.19	1.20
LM -3	Cara Superior	1.30	1.33	1.30
	Cara Inferior	1.29	1.22	1.28
LM -4	Cara Superior	1.31	1.10	1.30
	Cara Inferior	1.29	1.16	1.13
Prom cóncavo			1.28	
Prom convexo			1.22	

Se muestran los alabeos presentes en los ladrillos con 14% de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE). El alabeo cóncavo tiene un promedio de 1.28 mm, mientras que el alabeo convexo tiene un promedio de 1.22 mm. Estos resultados muestran una mayor deformación cóncava en comparación con la convexa.

Tabla 21*Alabeos presentes en los ladrillos con 7% CEHO*

Muestra	Dimensión	Alabeos		Alabeo
		Cóncavo(mm)	Convexo(mm)	
LM -1	Cara Superior	1.30	1.30	1.34
	Cara Inferior	1.38	1.27	1.29
LM -2	Cara Superior	1.32	1.34	1.36
	Cara Inferior	1.39	1.22	1.28
LM -3	Cara Superior	1.30	1.20	1.30
	Cara Inferior	1.29	1.34	1.27
LM -4	Cara Superior	1.35	1.29	1.34
	Cara Inferior	1.32	1.28	1.29
Prom cóncavo			1.33	
Prom convexo			1.28	

Se muestran los alabeos presentes en los ladrillos con 7% de Cenizas de Horno (CEHO).

El alabeo cóncavo tiene un promedio de 1.33 mm, mientras que el alabeo convexo presenta un promedio de 1.28 mm. Estos resultados indican que los ladrillos con CEHO tienen una mayor tendencia a deformarse en la dirección cóncava.

Tabla 22*Alabeos presentes en los ladrillos con 14% CEHO*

Muestra	Dimensión	Alabeos		Alabeo
		Cóncavo(mm)	Convexo(mm)	
LM -1	Cara Superior	1.20	1.22	1.22
	Cara Inferior	1.23	1.24	1.23
LM -2	Cara Superior	1.18	1.19	1.22
	Cara Inferior	1.25	1.18	1.19
LM -3	Cara Superior	1.24	1.24	1.23
	Cara Inferior	1.21	1.20	1.22
LM -4	Cara Superior	1.25	1.18	1.24
	Cara Inferior	1.23	1.20	1.19
Prom cóncavo			1.22	
Prom convexo			1.21	

Se muestran los alabeos presentes en los ladrillos con 14% de Cenizas de Horno (CEHO).

El alabeo cóncavo tiene un promedio de 1.22 mm, mientras que el alabeo convexo presenta un promedio de 1.21 mm. Este resultado indica que, aunque la diferencia es pequeña, los ladrillos con 14% de CEHO tienen una mayor tendencia al alabeo cóncavo.

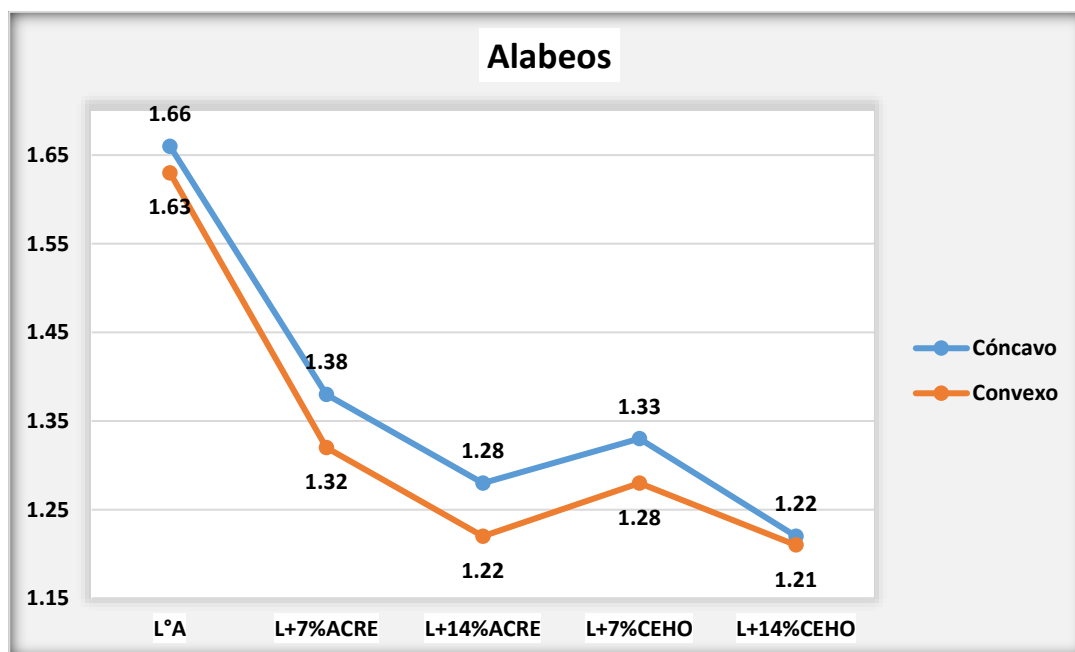
Tabla 23

Alabeos presentes en los ladrillos

Muestra	Alabeo (mm)	
	Cóncavo	Convexo
L°A	1.66	1.63
L+7%ACRE	1.38	1.32
L+14%ACRE	1.28	1.22
L+7%CEHO	1.33	1.28
L+14%CEHO	1.22	1.21

Figura 10

Alabeos presentes en los ladrillos



Se muestran los alabeos presentes en los ladrillos con diferentes proporciones de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE) y Cenizas de Horno (CEHO). El alabeo cóncavo muestra una mayor variación en los ladrillos sin ninguna adición (1.66 mm), mientras que los ladrillos con 14% de CEHO tienen el alabeo cóncavo más bajo (1.22 mm). El promedio de alabeo cóncavo disminuye con la incorporación de ACRE y CEHO. En cuanto al alabeo convexo, la variación es mínima entre las muestras, con un promedio más bajo de 1.21 mm en los ladrillos con 14% de CEHO.

 Absorciones**Tabla 24***Absorciones presentes en los ladrillos con 7% ACRE*

Absorciones en los ladrillos con 7% de arcilla cocida reciclada				
Descripción	LM -1	LM -2	LM -3	LM -4
Pe-seco	2831	2820	2835	2840
Pe-saturado	3355	3348	3361	3369
Absorciones(%)	18.51%	18.72%	18.55%	18.63%
Promedio			18.60%	

Se muestran las absorciones presentes en los ladrillos con 7% de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE). Los valores de absorción varían entre 18.51% y 18.63%, con un promedio final de 18.60%. La gráfica resalta que todas las muestras se encuentran por debajo del límite máximo de absorción permitido de 22.00%, indicativo que muestra que las unidades resultantes bajo la concepción de la propiedad de absorción están dentro de los valores exigidos por la norma

Tabla 25*Absorciones presentes en los ladrillos con 14% ACRE*

Absorciones en los ladrillos con 14% de arcilla cocida reciclada				
Descripción	LM -1	LM -2	LM -3	LM -4
Pe-seco	2828	2830	2832	2829
Pe-saturado	3318	3319	3319	3320
Absorciones(%)	17.33%	17.28%	17.20%	17.36%
Promedio			17.29%	

Se muestran las absorciones presentes en los ladrillos con 14% de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE). Los valores de absorción varían entre 17.20% y 17.36%, con un promedio de 17.29%. La gráfica indica que todas las muestras se encuentran por debajo del límite máximo de absorción permitido de 22.00%, cumpliendo con los requisitos

establecidos por la normativa. Esto refleja que las propiedades de absorción de los ladrillos con ACRE son adecuadas.

Tabla 26

Absorciones presentes en los ladrillos con 7% CEHO

Absorciones en los ladrillos con 7% de cenizas de horno				
Descripción	LM -1	LM -2	LM -3	LM -4
Pe-seco	2828	2826	2831	2838
Pe-saturado	3346	3340	3343	3350
Absorciones(%)	18.32%	18.19%	18.09%	18.04%
Promedio			18.16%	

Se muestran las absorciones presentes en los ladrillos con 7% de Cenizas de Horno (CEHO). Los valores de absorción varían entre 18.04% y 18.32%, con un promedio final de 18.16%. La gráfica muestra que todas las muestras se encuentran por debajo del límite máximo de absorción permitido, que es de 22.00%, cumpliendo con las normativas establecidas. Esto indica que los ladrillos con CEHO tienen un buen desempeño en términos de absorción.

Tabla 27

Absorciones presentes en los ladrillos con 14% CEHO

Absorciones en los ladrillos con 14% de cenizas de horno				
Descripción	LM -1	LM -2	LM -3	LM -4
Pe-seco	2833	2827	2822	2818
Pe-saturado	3312	3306	3299	3295
Absorciones(%)	16.91%	16.94%	16.90%	16.93%
Promedio			16.92%	

Se muestran las absorciones presentes en los ladrillos con 14% de Cenizas de Horno (CEHO). Los valores de absorción varían entre 16.90% y 16.94%, con un promedio final de 16.92%. En la gráfica, todas las muestras se encuentran por debajo del límite máximo

de absorción permitido de 22.00%, lo que indica que las propiedades de absorción de los ladrillos con CEHO son adecuadas y cumplen con los requisitos normativos.

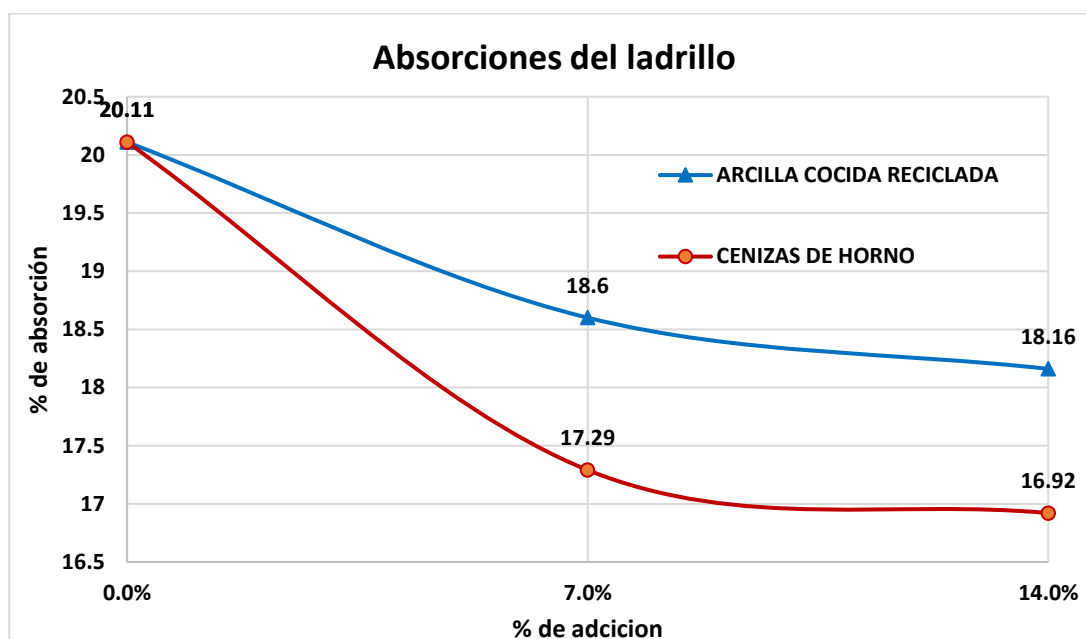
Tabla 28

Absorciones presentes en los ladrillos

Descripción	% de absorción
L°A	20.11%
L+7%ACRE	18.60%
L+14%ACRE	17.29%
L+7%CEHO	18.16%
L+14%CEHO	16.92%

Figura 11

Absorciones presentes en los ladrillos



Se muestran los porcentajes de absorción en los ladrillos con diferentes proporciones de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE) y Cenizas de Horno (CEHO). El ladrillo sin adición presenta la mayor absorción con un 20.11%, mientras que los ladrillos con 14% de CEHO tienen la menor absorción con un 16.92%. En general, los porcentajes de absorción disminuyen a medida que aumenta el contenido de ACRE y CEHO. El promedio de absorción disminuye gradualmente desde 20.11% en los ladrillos sin aditivos hasta 16.92% en los ladrillos con 14% de CEHO.

4.1.3 Propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales con la inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables

Resistencia a compresión de unidades

Tabla 29

Ladrillos con 7% de ACRE analizados en resistencias compresivas

Detalles	F'c (normativa)	Áreas en cm²	Cargas kg	Roturas kg/cm2
LM -1	50.00	251.22	14612.00	58.16
LM -2		252.19	14527.00	57.60
LM -3		252.45	14511.00	57.48
LM -4		253.54	14414.00	56.85
Promedio final				57.52

Se muestran las resistencias a compresión de los ladrillos con 7% de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE). Los valores de rotura oscilan entre 56.85 y 58.16 kg/cm², con un promedio final de 57.52 kg/cm². La línea roja en la gráfica representa el límite mínimo permitido de 50 kg/cm² según la normativa. Todos los ladrillos analizados superan este límite, indicando que las resistencias de los ladrillos con ACRE son adecuadas y cumplen con los estándares requeridos.

Tabla 30

Ladrillos con 14% de ACRE analizados en resistencias compresivas

Detalles	F'c (normativa)	Áreas en cm²	Cargas kg	Roturas kg/cm2
LM -1	50.00	253.85	12272.00	48.34
LM -2		254.07	12080.00	47.55
LM -3		254.09	12074.00	47.52
LM -4		254.61	11873.00	46.63
Promedio final				47.51

Se muestran las resistencias de los ladrillos con 14% de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE). Los valores de rotura varían entre 46.63 y 48.34 kg/cm², con un promedio final de 47.51 kg/cm². La línea roja en la gráfica indica la resistencia mínima permitida según la normativa, que es de 50 kg/cm². Como todos los valores están por debajo de este límite, los ladrillos

analizados no cumplen con los requisitos establecidos por la normativa en cuanto a resistencia.

Tabla 31

Ladrillos con 7% de CEHO analizados en resistencias compresivas

Detalles	F'c (normativa)	Áreas en cm²	Cargas kg	Roturas kg/cm2
LM -1	50.00	252.31	15300.00	60.64
LM -2		252.57	15432.00	61.10
LM -3		252.64	15701.00	62.15
LM -4		253.09	15280.00	60.37
Promedio final				61.06

Se muestran las resistencias de los ladrillos con 7% de Cenizas de Horno (CEHO). Los valores de rotura oscilan entre 60.37 y 62.15 kg/cm², con un promedio final de 61.06 kg/cm². La línea roja en la gráfica indica la resistencia mínima permitida según la normativa, que es de 50 kg/cm². Todos los ladrillos superan este valor, lo que indica que las resistencias de los ladrillos con CEHO están dentro de lo exigido por la normativa peruana

Tabla 32

Ladrillos con 14% de CEHO analizados en resistencias compresivas

Detalles	F'c (normativa)	Áreas en cm²	Cargas kg	Roturas kg/cm2
LM -1	50.00	254.45	14560.00	57.22
LM -2		254.54	14375.00	56.47
LM -3		254.52	14533.00	57.10
LM -4		254.42	14305.00	56.23
Promedio final				56.76

Se muestran las resistencias de los ladrillos con 14% de Cenizas de Horno (CEHO). Los valores de rotura esta entre 56.23 y 57.22 kg/cm², con un promedio final de 56.76 kg/cm². La línea roja en la gráfica representa la resistencia mínima permitida según la normativa,

que es de 50 kg/cm². Todos los valores superan este límite, lo que indica que las resistencias de los ladrillos con CEHO cumplen con los requisitos establecidos.

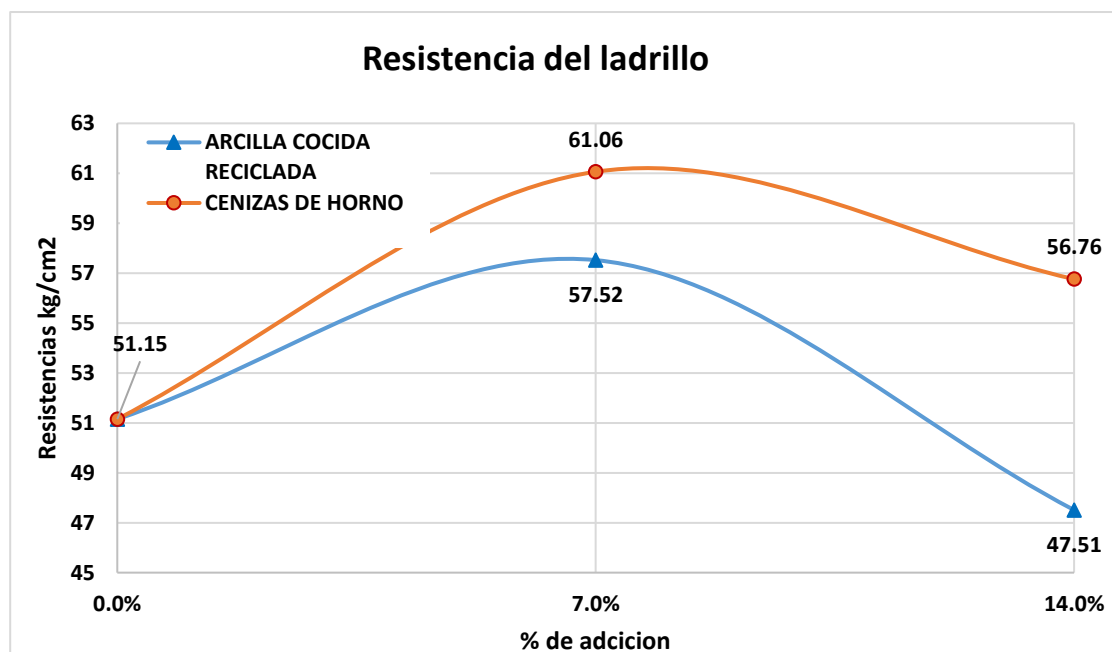
Tabla 33

Ladrillos analizados en resistencias compresivas

Descripción	Resistencia a compresión
L°A	51.15
L+7%ACRE	57.52
L+14%ACRE	47.51
L+7%CEHO	61.06
L+14%CEHO	56.76

Figura 12

Ladrillos analizados en resistencias compresivas



Se muestran las resistencias a compresión de los ladrillos con diferentes aditivos de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE) y Cenizas de Horno (CEHO). El valor más bajo de resistencia a compresión se observa en los ladrillos con 14% de ACRE, con 47.51 kg/cm², mientras que los ladrillos con 7% de CEHO presentan la mayor resistencia, con 61.06 kg/cm². El promedio de resistencia a compresión de los ladrillos artesanales es 51.15 kg/cm² (L°A) y

61.06 kg/cm² en los ladrillos con 7% de CEHO. Esto muestra un claro incremento en la resistencia con la adición de CEHO.

Resistencia a compresión en pilas

Tabla 34

Ladrillos con 7% de ACRE analizados en resistencias de pilas

Detalles	F'c (normativa)	Áreas en cm²	Cargas kg	Roturas kg/cm2
LM -1	35	251.65	10303	40.94
LM -2		252.17	9932	39.39
LM -3		251.84	10175	40.40
Promedio final				40.24

Se muestran las resistencias compresivas en pilas de los ladrillos con 7% de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE). Los valores de rotura esta entre 39.39 y 40.94 kg/cm², con un promedio final de 40.24 kg/cm². La línea roja en la gráfica representa la resistencia mínima permitida según la normativa, que es de 35.00 kg/cm². Todos los ladrillos analizados superan este límite, lo que indica que las resistencias compresivas en pilas de los ladrillos con ACRE cumplen con los requisitos establecidos.

Tabla 35

Ladrillos con 14% de ACRE analizados en resistencias de pilas

Detalles	F'c (normativa)	Áreas en cm²	Cargas kg	Roturas kg/cm2
LM -1	35	253.76	8852	34.88
LM -2		253.97	8679	34.17
LM -3		253.85	8939	35.21
Promedio final				34.76

Se muestran las resistencias compresivas en pilas de los ladrillos con 14% de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE). Los valores de rotura esta entre 34.17 y 35.21 kg/cm², con un promedio final de 34.76 kg/cm². La línea roja en la gráfica representa la resistencia mínima permitida según la normativa, que es de 35.00 kg/cm². Todos los ladrillos analizados se

encuentran por debajo de este límite, lo que indica que las resistencias compresivas en pilas de los ladrillos con ACRE no cumplen con los requisitos normativos establecidos.

Tabla 36

Ladrillos con 7% de CEHO analizados en resistencias de pilas

Detalles	F'c (normativa)	Áreas en cm²	Cargas kg	Roturas kg/cm2
LM -1	35	251.98	11109	44.09
LM -2		252.29	11012	43.65
LM -3		252.50	10912	43.22
Promedio final				43.65

Se muestran las resistencias compresivas en pilas de los ladrillos con 7% de Cenizas de Horno (CEHO). Los valores de rotura esta entre 43.22 y 44.09 kg/cm², con un promedio final de 43.65 kg/cm². La línea roja en la gráfica representa la resistencia mínima permitida según la normativa, que es de 35.00 kg/cm². Todos los ladrillos analizados superan este límite, lo que indica que las resistencias compresivas en pilas de los ladrillos con CEHO cumplen con los requisitos establecidos.

Tabla 37

Ladrillos con 14% de CEHO analizados en resistencias de pilas

Detalles	F'c (normativa)	Áreas en cm²	Cargas kg	Roturas kg/cm2
LM -1	35	254.3	9834	38.67
LM -2		253.97	10036	39.52
LM -3		254.09	9939	39.12
Promedio final				39.10

Se muestran las resistencias compresivas en pilas de los ladrillos con 14% de Cenizas de Horno (CEHO). Los valores de rotura esta entre 38.67 y 39.52 kg/cm², con un promedio final de 39.10 kg/cm². La línea roja en la gráfica representa la resistencia mínima permitida según la normativa, que es de 35.00 kg/cm². Todos los ladrillos analizados superan este

límite, lo que indica que las resistencias compresivas en pilas de los ladrillos con CEHO cumplen con los requisitos establecidos por la normativa.

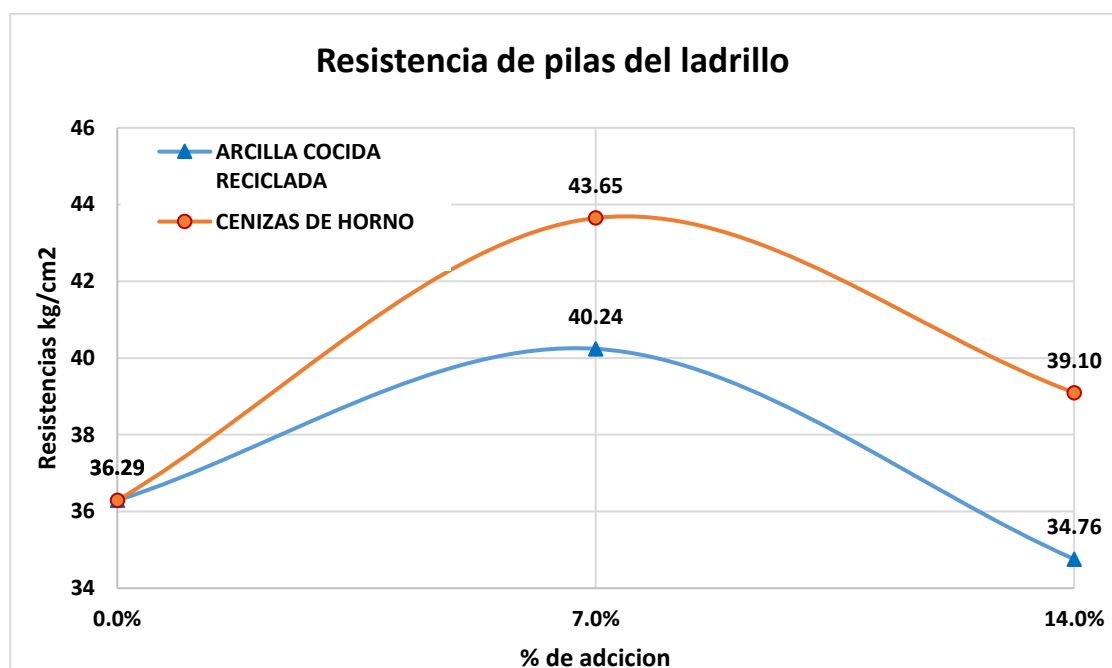
Tabla 38

Ladrillos analizados en resistencias de pilas

Descripción	Resistencias de pilas (kg/cm ²)
L°A	36.29
L+7%ACRE	40.24
L+14%ACRE	34.76
L+7%CEHO	43.65
L+14%CEHO	39.10

Figura 13

Ladrillos analizados en resistencias de pilas



Se muestran las resistencias compresivas en pilas de los ladrillos tradicionales de la provincia de Puno en comparación con aquellos que contienen diferentes proporciones de Arcilla Cocida Reciclada (ACRE) y Cenizas de Horno (CEHO). Los ladrillos tradicionales

de Puno presentan una resistencia de 36.29 kg/cm^2 , mientras que los ladrillos con 7% de CEHO muestran una resistencia superior a la citada, con 43.65 kg/cm^2 .

4.2 Discusión de Resultados

La línea central de la investigación gira en la mejora de la calidad estructural de los ladrillos artesanales, unidades cuyo uso es bastante empleado en edificaciones autoconstruidas, mediante la incorporación de aditivos reciclados como arcilla cocida reciclada (ACRE) y cenizas de horno (CEHO). Los resultados obtenidos dan una clara idea de que la incorporación de los elementos en mención mejoran las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos al ser comparados con los ladrillos tradicionales de la región. Este hallazgo es coherente con los antecedentes internacionales y nacionales revisados.

Los estudios internacionales muestran un enfoque creciente del empleo de materiales con un proceso de reciclaje y su empleo para la producción de elementos empleados en construcciones diversas lo cual no solo representa una oportunidad para optimizar el uso de recursos, sino que también tiene una incidencia directa positiva del cuidado del medio ambiente.

El trabajo de Dubale et al. (2024) sobre el reciclaje de residuos de tejas de demolición en la fabricación de ladrillos cocidos resalta cómo la incorporación de estos residuos mejora diversas propiedades de los ladrillos, como la densidad aparente, la contracción por cocción y la resistencia compresiva, dependiendo de la temperatura de cocción. Este estudio destaca que el uso de residuos de tejas puede ser una alternativa efectiva en la producción de ladrillos, reduciendo la necesidad de materiales naturales y contribuyendo a la disminución de la huella de carbono. El hallazgo de que una proporción del 35% de residuos de tejas es suficiente para alcanzar las normativas de resistencia y absorción de agua tiene una gran relevancia en términos de viabilidad técnica y económica para la industria.

Por su parte, Vasić et al. (2023) investigan la utilización de cenizas de carbón como material alternativo en la fabricación de ladrillos de arcilla cocida. Los resultados indican que las cenizas de clase F pueden sustituir parcialmente la arcilla sin comprometer la calidad de los ladrillos, mejorando la resistencia a la compresión. Este estudio subraya la importancia de optimizar la composición química y los parámetros del proceso de cocción, lo cual es crucial para garantizar la estabilidad y durabilidad del material. A pesar de las variaciones en la calidad de las cenizas, el uso de cenizas volantes se presenta como una alternativa prometedora para el reciclaje industrial.

En el ámbito nacional, se observa un enfoque similar en el uso de materiales reciclados, con un énfasis particular en la incorporación de cenizas y otros residuos locales para optimizar la calidad estructural de los ladrillos.

El estudio de Perez (2022) resalta cómo la adición de cenizas de hornos en ladrillos artesanales mejora la resistencia compresiva axial y diagonal de los muros de albañilería, especialmente en concentraciones de 10% y 20%. Estos resultados indican que el uso de cenizas de hornos podría ser una opción viable para mejorar la calidad mecánica de los ladrillos artesanales, aunque la reducción de la resistencia a la flexión debe ser tomada en cuenta, especialmente en el diseño estructural de las mamposterías.

En cuanto a la investigación de Torres & Vásquez (2023), se observa que la combinación de escorias de aluminio y teja triturada tiene un efecto positivo en la resistencia compresiva de los ladrillos artesanales. Estos resultados son relevantes para la industria local, pues la adición de estos materiales reciclados no solo mejora las cualidades mecánicas de los ladrillos, sino que igualmente brinda una alternativa razonable al reducir los desechos industriales.

A nivel local, la incorporación de cenizas y otros residuos orgánicos ha demostrado ser eficaz en la mejora de la resistencia estructural de los ladrillos artesanales, como se observa en el estudio de Vilca (2021), quien incorporó cenizas de totora en la fabricación

de ladrillos. Este estudio confirma que un 10% de cenizas de totora mejora tanto la resistencia compresiva como a la flexión de los muros de albañilería confinada, pero se advierte que concentraciones superiores a este valor provocan una disminución en la resistencia estructural. Estos hallazgos son particularmente útiles para la industria de la construcción en zonas rurales, donde los recursos pueden ser limitados.

Por otro lado, Colque (2021) propone una mejora en la calidad estructural de los ladrillos artesanales mediante la adición de aserrín y la modificación del molde convencional. Los resultados de este estudio muestran una mejora significativa en la resistencia a la compresión, logrando un 16.13% de aumento en comparación con los ladrillos tradicionales. Este tipo de innovación es clave para el desarrollo de materiales más económicos y de mejor calidad en regiones donde la construcción autoconstruida es común.

En general, tanto los estudios internacionales como los nacionales y locales coinciden en los beneficios de incorporar materiales reciclados en la fabricación de ladrillos. Los estudios destacan que las propiedades de los ladrillos mejoran al añadir materiales como cenizas de carbón, tejas trituradas y cenizas de totora, aunque existen variaciones dependiendo de la proporción y tipo de material utilizado.

Los resultados de los estudios revisados muestran que el uso de residuos reciclados y materiales alternativos en la producción de ladrillos tiene un potencial considerable para mejorar tanto la calidad estructural como la sostenibilidad ambiental de los materiales de construcción. A nivel local, la implementación de estas técnicas puede contribuir significativamente primeramente al poder mejora este elemento en aspectos de calidad física y mecánica incidiría el empleo de estas unidades en ciertas edificaciones la cuales no soliciten aspectos especiales de unidades de albañilería, especialmente en áreas donde los recursos son limitados y la autoconstrucción es predominante. Razón suficiente para poder seguir abordando el estudio de estos elementos tomando en consideración diversas proporciones

CONCLUSIONES

General, el análisis de la incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en los ladrillos artesanales de Puno mostró mejoras significativas en sus propiedades físicas y mecánicas. Estos materiales reciclados redujeron la variabilidad dimensional, aumentando la estabilidad y mejorando la resistencia a la absorción de agua. Además, los ladrillos con cenizas de horno exhibieron un aumento en la resistencia a la compresión, superando los límites normativos. Aunque los ladrillos con 14% de arcilla cocida reciclada tuvieron una leve disminución en la resistencia, la combinación con cenizas de horno mejoró la calidad global del ladrillo.

Primero, los ladrillos artesanales fabricados en la provincia de Puno presentan una variabilidad dimensional relativamente baja, con un promedio en el largo de 21.21 cm, en el ancho de 11.78 cm, y en el alto de 7.37 cm y un alabeo cóncavo de 1.57 mm y convexo de 149 mm. Las propiedades de absorción de agua se mantuvieron dentro de los límites establecidos por la normativa, con un promedio de 19.95%. En cuanto a la resistencia a la compresión, los ladrillos artesanales mostraron un promedio de 51.53 kg/cm², superando el límite mínimo permitido por la normativa mientras que la resistencia a compresión de pilas fue de 36.60 kg/cm². Estos resultados indican que los ladrillos tradicionales cumplen con los requisitos básicos de calidad física y mecánica establecidos.



Segundo, la incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones de 7% y 14% mejoró de manera positiva las propiedades físicas de los ladrillos artesanales. Las variaciones dimensionales y el alabeo de los ladrillos con estos materiales fueron mínimas, lo que indica que la incorporación de estos materiales contribuyó a la estabilidad dimensional de los mismos. Además, los valores de absorción de agua disminuyeron en los ladrillos con estos materiales, alcanzando un promedio de 18.60% con el 7% de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno, y 17.29% con el 14%. En cuanto a los ladrillos con solo cenizas de horno, la absorción de agua fue de 18.16% con el 7%, y de 16.92% con el 14%.

Cuarto, los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión indican que los ladrillos con un 7% de cenizas de horno mostraron un aumento significativo en la resistencia, alcanzando un promedio de 61.06 kg/cm². Los ladrillos con un 7% de arcilla cocida reciclada presentaron una resistencia de 57.52 kg/cm², ambos valores superando ampliamente el límite normativo mínimo de 50 kg/cm². En contraste, los ladrillos con un 14% de arcilla cocida reciclada no cumplieron con el mínimo requerido, con un promedio de 47.51 kg/cm². Respecto a la resistencia de pilas, los ladrillos con un 7% de arcilla cocida reciclada tuvieron una resistencia de 40.24 kg/cm², mientras que los de 7% de cenizas de horno alcanzaron 43.65 kg/cm².

RECOMENDACIONES

Primero, aunque los resultados obtenidos con 7% y 14% de estos materiales muestran mejoras en las propiedades de los ladrillos, se recomienda investigar otras proporciones para evaluar su impacto en las propiedades mecánicas y físicas, especialmente en la resistencia a la compresión.

Segundo, se recomienda considerar un rango más amplio de muestras de diferentes talleres y fabricantes de ladrillos artesanales en la provincia de Puno permitirá obtener resultados más representativos y generalizables sobre el impacto de los materiales reciclados en la calidad del producto final.

Tercero, se recomienda explorar el uso de hornos de diferentes tipos y temperaturas en la cocción de los ladrillos podría proporcionar información adicional sobre cómo estas variables afectan las propiedades de los ladrillos con materiales reciclados.

Cuarto, se sugiere evaluar el costo-beneficio de incorporar materiales reciclados y analizar el impacto ambiental de la utilización de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en la producción de ladrillos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, B. M., Eusebio, M. O., Carlos, & Flavio, M. O., Juan. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.
- Amaya Hoppen, S. M. (2025). Influencia de la fibra de polipropileno y cal en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal. *Universidad Peruana Los Andes*.
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/9452>
- Anselmi, M. (2020). *Propiedades mecánicas del concreto fabricado con agregados reciclados extraídos de escombros de mampuestos de arcilla cocida*.
- Aquino, M. R., & Flores, A. V. (2023). Efecto de las cenizas de la corteza de Apacharama en las propiedades físico-mecánicas de ladrillo macizo. *INGENIERÍA INVESTIGA*, 5. <https://doi.org/10.47796/ing.v5i0.841>
- Avizovas, R., Baskutis, S., Navickas, V., & Tamándl, L. (2022). Effect of Chemical Composition of Clay on Physical-Mechanical Properties of Clay Paving Blocks. *Buildings*, 12(7), 943. <https://doi.org/10.3390/buildings12070943>
- Bai, M., Xiao, J., Gao, Q., & Shen, J. (2023). Utilization of construction spoil and recycled powder in fired bricks. *Case Studies in Construction Materials*, 18, e02024. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02024>
- Bautista Salinas, M. E. (2024). *Análisis comparativo de las propiedades físicas del ladrillo pandereta con relación al ladrillo dieciocho huecos en Huacho, 2023*.
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/10023>



- Blanca, L. N., Nilas, A., Benoit, B., Hélène, de B., & Rostand, M. P. (2025). Fired clay bricks made by incorporating organic additives: A review. *Case Studies in Construction Materials*, 23, e05037. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e05037>
- Cabané, A., Seneschal, T., Roca, P., & Pelà, L. (2025). Non-destructive evaluation of solid fired clay brick strength using the SonReb method. *Construction and Building Materials*, 485, 141919. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.141919>
- Cabrejos Nuñez, O. D., & Guevara Llatas, L. E. (2024). Influencia de las propiedades físicas de ladrillos elaborados con materiales reciclados. *Repositorio Institucional - USS*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/13200>
- Camacho Delgado, B. M. (2025). *Comportamiento a compresión axial y compresión diagonal en muros de albañilería a partir de mortero modificado con cenizas de ladrillo artesanal*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/8714>
- Capcha Acuña, Y., & Rojas Candiotti, A. D. (2022). *Influencia de ceniza de hoja de maíz y ceniza de cascara del trigo en compresión y tracción del ladrillo artesanal*. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/5110>
- Castillo Capcha, L. E. (2024). Comportamiento mecánico de ladrillos artesanales de arcilla modificados con ceniza de ichu. *Universidad Peruana Los Andes*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/8986>
- Ccahuata Huamán, J. S. (2022). *Comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillo artesanal modificado con cenizas de tallo de maíz, Huaro, Cusco 2021*.
- Cedeño Vélez, M. E., Álava Cedeño, M. U., & Ruíz Párraga, W. E. (2022). Cenizas de hornos artesanales utilizadas como adición en la elaboración de ladrillos. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 7(11 (Noviembre 2022)), 1788-1805.
- Chavarria Reyes, L. J., Chavarria Vallejos, C., Valencia Gutiérrez, A., Pereyra Salardi, E., & Hurtado Iglesias, C. (2021). Arcilla cocida como agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón estructural. *Aporte Santiaguino*, 14(2), 147-158.



- Colque Blas, C. G. (2021). *Mejora de la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla para viviendas autoconstruidas del distrito de Puno*.
- Cornelio Pucuhuayla, J. P. (2025). Influencia de la adición de polietileno en las propiedades físico-mecánicas de ladrillos artesanales de concreto, Huancayo—2023. *Universidad Peruana Los Andes*.
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/9041>
- Corredor Méndez, K. L. (2020). *Estudio para determinar la factibilidad en la fabricación de ladrillos de arcilla a partir del reciclaje de las colillas de cigarrillo*.
<https://catalogo.escuelaing.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=22336>
- Cultrone, G. (2022). The use of Mount Etna volcanic ash in the production of bricks with good physical-mechanical performance: Converting a problematic waste product into a resource for the construction industry. *Ceramics International*, 48(4), 5724-5736. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.11.119>
- Díaz Villalobos, J. A., & Herrera Jibaja, C. D. (2025). Efecto de la sustitución parcial del cemento por cenizas de horno de ladrillera artesanal en el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Jaén—2024. *Universidad Nacional de Jaén||Repositorio Institucional - UNJ*.
<http://repositorio.unj.edu.pe/jspui/handle/20.500.14689/912>
- Dubale, M., Vasić, M. V., Goel, G., Kalamdhad, A., & Laishram, B. (2024). The recycling of demolition roof tile waste as a resource in the manufacturing of fired bricks: A scale-up to the industry. *Construction and Building Materials*, 412, 134727. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.134727>
- García, L. A. B. (2024). Puesta en Valor del Ladrillo Artesanal Fabricado en la Ciudad de Santa Ana de Vuelta Larga, Provincia de Manabí, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), Article 1. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9839
- Guevara Dávila, R. (2022). *Evaluación de ladrillo artesanal sustituyendo parcialmente arena por residuos de diatomita, Motupe*. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/261>

- Jiménez Ortega, N. (2024). *Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de arcilla artesanal de la ladrillera Chacapampa según Norma E.070 –Acobamba –Huancavelica*.
<https://hdl.handle.net/20.500.14597/8704>
- Ketov, A., Rudakova, L., Vaisman, I., Ketov, I., Haritonovs, V., & Sahmenko, G. (2021). Recycling of rice husks ash for the preparation of resistant, lightweight and environment-friendly fired bricks. *Construction and Building Materials*, 302, 124385.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124385>
- Kizinievič, O., Gencel, O., Kizinievič, V., Sutcu, M., & Skamat, J. (2023). Recycling of dolomite powder in clay bricks: Effects on characteristics and gas release. *Construction and Building Materials*, 404, 133217.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133217>
- López Constante, K. L. (2024). *Diagnóstico de las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales producidos en la Comuna Sancán*. [bachelorThesis, Jipijapa - Unesum]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6894>
- Ludeña Bazan, P. R. (2024). *Propuesta para el mejoramiento de la calidad estructural del ladrillo artesanal adicionando viruta de acero en la ciudad de Chiclayo*.
<http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6910>
- Maza-Ignacio, O. T., Jiménez-Quero, V. G., Guerrero-Paz, J., & Montes-García, P. (2020). Recycling untreated sugarcane bagasse ash and industrial wastes for the preparation of resistant, lightweight and ecological fired bricks. *Construction and Building Materials*, 234, 117314. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117314>
- Mebarkia, R., Bouzeroura, M., Boumaaza, M., Chelouah, N., Belaadi, A., Alshaikh, I. M. H., Chetbani, Y., & Ghernaout, D. (2025). Upcycling cement kiln dust for manufacturing clay bricks fired at different temperatures: RSM and ANN-GA hybrid-optimization. *Results in Engineering*, 27, 105683. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105683>
- Mendez Eusebio, D. L. (2024). *Influencia de la adición de las tobas volcánicas en las propiedades mecánicas en los ladrillos ecológicos de concreto, Ayacucho 2023*.
<https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/6992>



- Meza, C. (2024). *Influencia de los residuos de infusión de té y de vidrio triturado en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales*, Lima 2024—Buscar con Google.
- Montalvo Lazaro, B. J. (2025). *Variación de la resistencia del ladrillo macizo artesanal y ladrillo macizo industrial en Huacho*, 2023.
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/11428>
- Muñoz, P., Letelier, V., Bustamante, M., Gencel, O., & Vasic, M. V. (2025). Recovering hydrated cement from recycled concrete for improving technological properties of engineering bricks. *Developments in the Built Environment*, 23, 100693.
<https://doi.org/10.1016/j.dibe.2025.100693>
- Ordieres, R., & Cultrone, G. (2022). Technical quality of solid bricks made using clayey earth with added coffee grounds and fly ash. *Construction and Building Materials*, 341, 127757. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127757>
- Paxi Mamani, H. E. (2023). *Evaluación de la calidad de los ladrillos artesanales y mecanizados en el distrito de San Jerónimo-Cusco*, 2022.
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7872>
- Perez Sanchez, R. M. (2022). Comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales con adición de cenizas de hornos, Pacaycasa, Ayacucho 2021. *Universidad Continental*.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11561>
- Pimienta, J., Orden, A. de la, & Estrada, R. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.
- Pino, R. (2019). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.
- Pitak, I., Baltušnikas, A., Kalpokaitė-Dičkuvienė, R., Kriukiene, R., & Denafas, G. (2022). Experimental study effect of bottom ash and temperature of firing on the properties, microstructure and pore size distribution of clay bricks: A Lithuania point of view. *Case Studies in Construction Materials*, 17, e01230.
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01230>



- Quispe Calla, C. (2023). Costos de producción y su influencia en la rentabilidad de los productores de ladrillo semi-mecanizado en la salida a Arequipa de la ciudad de Juliaca- 2022. *Universidad Privada San Carlos*.
<http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/455>
- Quispe Soto, G. S. (2025). Evaluación de las propiedades físico—Mecánicas del ladrillo artesanal con adición de vidrio triturado en Palian—Huancayo, Junín 2024. *Universidad Peruana Los Andes*.
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/9282>
- Rojas Pulido, L. (2019). *Fabricación y evaluación del desempeño de Quince Ladrillos Refractarios elaborados con ceniza volante producto de la combustión del carbón en las calderas de la Central Termozipa a diferentes temperaturas, De acuerdo a la Norma ASTM C 113 (Standard Test Method For Reheat Change Of Refractory Brick)*. <http://hdl.handle.net/11349/4795>
- Ruiton Pastor, D. (2024). Comparación de las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto artesanal e industrial fabricados en el distrito de Pedro Gálvez, San Marcos – Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*.
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6925>
- Sun, J., Zhou, H., Jiang, H., Zhang, W., & Mao, L. (2021). Recycling municipal solid waste incineration fly ash in fired bricks: An evaluation of physical-mechanical and environmental properties. *Construction and Building Materials*, 294, 123476.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123476>
- Tandazo-Chicaiza, J. C., Cordero-Cabrera, C. J., & Soto-Luzuriaga, J. E. (2025). Manual de control de calidad en la fabricación de ladrillos artesanales. *MQRInvestigar*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.1.2025.e268>
- Ticsihua Taipe, R. M. (2025). Ladrillos prensados a partir de la combinación de cemento endurecido y arcilla procedentes de las canteras del distrito de San Agustín-Huancayo-Junín. *Universidad Continental*.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/17187>



- Torres Vásquez, M., & Vásquez Torres, E. J. (2023). Caracterización física y mecánica de ladrillos artesanales de arcilla usando escorias de aluminio y teja triturada. *Repositorio Institucional* - *USS*.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11876>
- Vasić, M. V., Jantunen, H., Mijatović, N., Nelo, M., & Muñoz Velasco, P. (2023). Influence of coal ashes on fired clay brick quality: Random forest regression and artificial neural networks modeling. *Journal of Cleaner Production*, 407, 137153.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137153>
- Vega Garcia, F. J. (2024). Influencia de la adición de residuos de construcción y demolición (RCD) en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal. *Universidad Peruana Los Andes*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/8662>
- Vélez, M. E. C., Cedeño, M. U. Á., & Párraga, W. E. R. (2022). Cenizas de hornos artesanales utilizadas como adición en la elaboración de ladrillos. *Polo del Conocimiento*, 7(11), Article 11. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i11.4957>
- Vilca Enriquez, W. (2021). Comportamiento estructural de muro de albañilería confinada con unidades de ladrillo artesanal incorporando cenizas de totora, Puno 2021. *Repositorio Institucional* - *UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/78920>
- Xu, M., Li, Z., Zou, H., & Mao, L. (2025). Solidification/stabilization of municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash during fired brick manufacturing by pelleting confinement and phase transformation. *Construction and Building Materials*, 463, 140087. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.140087>



ANEXOS



Anexo. Matriz de consistencia

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿Cuál es influencia de la incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno sobre las propiedades del ladrillo artesanal producidos en la provincia de Puno 2025?	Objetivo General: Analizar la influencia de la incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno sobre las propiedades del ladrillo artesanal producidos en la provincia de Puno 2025.	Hipótesis General: La influencia de la incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno mejorará las propiedades del ladrillo artesanal producidos en la provincia de Puno 2025.	Variable Independiente Arcilla cocida reciclada y cenizas de horno. - <i>Proporción de arcilla cocida reciclada (7% y 14%).</i> - <i>Proporción de cenizas de horno (7% y 14%).</i>	- Balanza de precisión para medir las proporciones. - Tamiz con malla de 200 para obtener partículas homogéneas.
Problemas Específicos 1. ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales fabricados en la provincia de Puno? 2. ¿Cuáles son las propiedades físicas de los ladrillos artesanales con la inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables en la provincia de Puno? 3. ¿Cuál son las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales con la inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables en la provincia de Puno?	Objetivos Específicos 1. Identificar las características físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales fabricados en la provincia de Puno. 2. Detallar las propiedades físicas de los ladrillos artesanales con la inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables en la provincia de Puno. 3. Detallar las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales con la inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables en la provincia de Puno.	Hipótesis Específicas 1. Los ladrillos artesanales fabricados en la provincia de Puno presentaran características físicas y mecánicas que varían, con diferencias notables en términos de resistencia a la compresión, absorción de agua, y variación dimensional. 2. La inclusión de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables en la mezcla de los ladrillos artesanales mejoraran ciertas propiedades físicas como la absorción de agua, y la estabilidad dimensional. 3. La incorporación de arcilla cocida reciclada y cenizas de horno en proporciones variables mejorara la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales hasta un cierto punto, pero un exceso de estos materiales puede reducir la resistencia mecánica debido a la alteración de la estructura interna del ladrillo.	Variable Dependiente Propiedades del ladrillo artesanal -- <i>Absorción de agua</i> - <i>Variación dimensional</i> - <i>Alabeo</i> - <i>Resistencia a la compresión de unidades</i> - <i>Resistencia a la compresión de pilas.</i>	



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 01/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: LADRILLO ARTESANAL
UBICACIÓN	: LADRILLERA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	380.21
2	SUELO SECO + TARRO	gr	332.65
3	PESO DEL TARRO	gr	50.91
4	PESO DEL AGUA	gr	47.56
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	281.74
	HUMEDAD %	%	16.88

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incajari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG-GR
		Página	2 de 3

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 01/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA CÚCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LADRILLERA 1	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	37.71	38.54	38.81
SUELO SECO + TARRO	gr	32.87	33.12	33.84
PESO DEL TARRO	gr	21.22	20.44	22.08
PESO DEL AGUA	gr	4.84	5.42	4.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.65	12.68	11.76
HUMEDAD %	%	41.55	42.74	42.26
N° DE GOLPES	-	30	20	12

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
12.57	12.59
11.03	11.22
4.22	4.22
1.54	1.37
6.81	7.00
22.61	19.57

LÍMITE LIQUIDO % : 40.92

LÍMITE PLÁSTICO % : 21.09

ÍNDICE PLÁSTICO % : 19.82

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)	Código	FRM_GR_EM_101
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 01/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: LADRILLO ARTESANAL
UBICACIÓN	: LADRILLERA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 1000.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 746.97
2"	50.000						P.P.= 253.03
1 1/2"	38.100						% W = 16.88
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 40.92
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 21.09
3/8"	9.500	2.10	0.21	0.21	99.79		I.P.= 19.82
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	14.56	1.46	1.67	98.33		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= 0.091 Cc= —
No10	2.000	16.78	1.68	3.34	96.66		D60= 0.25
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	28.45	2.85	6.19	93.81		I.G. = :
No30	0.600						SUCS :
No40	0.425	107.80	10.78	16.97	83.03		ASSTHO :
No 50	0.300	164.78	16.48	33.45	66.55		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	197.80	19.78	53.23	46.77		
No200	0.075	214.70	21.47	74.70	25.30		
BASE		253.03	25.30	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA		25.30					



OBSERVACION: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inocenci Coaguina Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 01/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LADRILLERA 2	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	375.66
2	SUELO SECO + TARRO	gr	329.62
3	PESO DEL TARRO	gr	51.61
4	PESO DEL AGUA	gr	46.04
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	278.01
	HUMEDAD %	%	16.56

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inacacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 3

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 01/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: LADRILLO ARTESANAL
UBICACIÓN	: LADRILLERA 2	FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	47.92	48.38	47.75
SUELO SECO + TARRO	gr	42.87	43.04	42.54
PESO DEL TARRO	gr	31.00	30.00	30.00
PESO DEL AGUA	gr	5.05	5.34	5.21
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.87	13.04	12.54
HUMEDAD %	%	42.54	40.95	41.55
N° DE GOLPES	-	27	20	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
13.42	13.62
12.24	12.28
6.24	6.15
1.18	1.34
6.00	6.13
19.67	21.86

LÍMITE LIQUIDO % : 40.51

LÍMITE PLÁSTICO % : 20.76

ÍNDICE PLÁSTICO % : 19.75

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)	Código	FRM_GR_EM_101
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 01/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LADRILLERA 2	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 1000.00
2"	50.000						P.L.= 751.49
1 1/2"	38.100						P.P.= 248.51
1"	25.000						% W = 16.56
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.L.= 40.51
3/8"	9.500	1.23	0.12	0.12	99.88		L.P.= 20.76
1/4"	6.300						I.P.= 19.75
No4	4.750	5.74	0.57	0.70	99.30		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	11.46	1.15	1.84	98.16		D30= 0.093 Cc= ---
No16	1.180						D60= 0.26
No20	0.850	44.78	4.48	6.32	93.68		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. = :
No40	0.425	117.54	11.75	18.08	81.93		SUCS : SC
No50	0.300	167.89	16.79	34.86	65.14		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	188.22	18.82	53.69	46.31		
No200	0.075	214.63	21.46	75.15	24.85		
BASE		248.51	24.85	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA		24.85					



OBSERVACION: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incauri Ocoquis Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613)	Código	FRM_GR_EM_401
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

Muestra	Alto(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
LADRILLERA 1	7.35	7.40	7.37	7.34	7.36	1.81
LADRILLERA 1	7.39	7.37	7.34	7.39	7.37	1.76
LADRILLERA 2	7.39	7.36	7.37	7.35	7.37	1.79
LADRILLERA 2	7.38	7.38	7.35	7.36	7.37	1.79
						1.79

Muestra	Ancho(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
LADRILLERA 1	11.76	11.79	11.80	11.80	11.78	1.80
LADRILLERA 1	11.79	11.75	11.79	11.80	11.78	1.82
LADRILLERA 2	11.76	11.76	11.79	11.78	11.77	1.90
LADRILLERA 2	11.77	11.80	11.81	11.78	11.79	1.77
						1.82

Muestra	Largo(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
LADRILLERA 1	21.20	21.18	21.21	21.22	21.20	1.38
LADRILLERA 1	21.21	21.20	21.20	21.22	21.21	1.36
LADRILLERA 2	21.20	21.23	21.21	21.22	21.21	1.33
LADRILLERA 2	21.23	21.23	21.21	21.21	21.22	1.32
						1.35

NOTA :

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 21.5 cm

Ancho : 12 cm

Altura : 7.5 cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhoetan Carlos Incauari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613)	Código: FRM_GR_EM_401 Versión: V.01 Aprobado: GG_GR Página: 2 de 5
----------------------	--	---

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

Muestra	Alto(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
LA+7%ACR	7.43	7.41	7.40	7.41	7.41	1.20
LA+7%ACR	7.42	7.39	7.42	7.43	7.41	1.17
LA+7%ACR	7.40	7.45	7.43	7.41	7.42	1.07
LA+7%ACR	7.41	7.39	7.45	7.43	7.42	1.09
						1.13

Muestra	Ancho(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
LA+7%ACR	11.85	11.83	11.84	11.85	11.84	1.32
LA+7%ACR	11.84	11.83	11.86	11.85	11.84	1.30
LA+7%ACR	11.84	11.84	11.86	11.83	11.84	1.33
LA+7%ACR	11.85	11.85	11.81	11.84	11.84	1.37
						1.33

Muestra	Largo(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
LA+7%ACR	21.28	21.27	21.27	21.28	21.27	1.06
LA+7%ACR	21.29	21.28	21.28	21.28	21.28	1.02
LA+7%ACR	21.31	21.28	21.26	21.28	21.28	1.03
LA+7%ACR	21.29	21.28	21.28	21.30	21.28	1.00
						1.03

NOTA :

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 21.5 cm

Ancho : 12 cm

Altura : 7.5 cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenti Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613)	Código	FRM_GR_EM_401
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 5
SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	LADRILLO A. + 14% ARCILLA COCIDA RECICLADA
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

Muestra	Alto(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
LA+14%ACR	7.48	7.48	7.49	7.47	7.48	0.32
LA+14%ACR	7.50	7.48	7.49	7.49	7.49	0.19
LA+14%ACR	7.49	7.48	7.48	7.49	7.48	0.23
LA+14%ACR	7.47	7.48	7.46	7.48	7.47	0.37
						0.28

Muestra	Ancho(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
LA+14%ACR	11.89	11.90	11.88	11.90	11.89	0.93
LA+14%ACR	11.88	11.89	11.88	11.89	11.88	0.97
LA+14%ACR	11.88	11.88	11.89	11.88	11.88	0.98
LA+14%ACR	11.89	11.87	11.88	11.88	11.88	0.98
						0.97

Muestra	Largo(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
LA+14%ACR	21.35	21.33	21.34	21.34	21.34	0.73
LA+14%ACR	21.34	21.36	21.33	21.34	21.34	0.73
LA+14%ACR	21.36	21.37	21.37	21.36	21.36	0.64
LA+14%ACR	21.34	21.35	21.35	21.36	21.35	0.71
						0.70

NOTA :

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 21.5 cm

Ancho : 12 cm

Altura : 7.5 cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Juan Carlos Incaeri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613)		Código	FRM_GR_EM_401
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUÑO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	
		LADRILLO A + 7% CENIZAS DE HORNO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

Muestra	Alto(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
LA+7%CH	7.43	7.41	7.43	7.42	7.42	1.04
LA+7%CH	7.41	7.41	7.42	7.41	7.41	1.15
LA+7%CH	7.42	7.43	7.44	7.42	7.43	0.99
LA+7%CH	7.43	7.43	7.43	7.43	7.43	0.91
						1.02

Muestra	Ancho(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
LA+7%CH	11.83	11.85	11.84	11.84	11.84	1.35
LA+7%CH	11.86	11.84	11.86	11.85	11.85	1.23
LA+7%CH	11.85	11.85	11.84	11.86	11.85	1.28
LA+7%CH	11.85	11.85	11.86	11.85	11.85	1.23
						1.27

Muestra	Largo(cm)					V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	
LA+7%CH	21.28	21.28	21.29	21.28	21.28	1.00
LA+7%CH	21.29	21.29	21.29	21.29	21.29	0.97
LA+7%CH	21.29	21.28	21.28	21.29	21.29	0.99
LA+7%CH	21.31	21.31	21.32	21.31	21.31	0.90
						0.97

NOTA :

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 21.5 cm

Ancho : 12 cm

Altura : 7.5 cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC Vº Bº CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613)	Código: FRM_GR_EM_401 Versión: V.01 Aprobado: GG_GR Página: 5 de 5
----------------------	---	---

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: LADRILLO A, + 14% CENIZAS DE HORNO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

Muestra	Alto(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
LA+14%CH	7.49	7.49	7.50	7.49	7.49	0.08
LA+14%CH	7.50	7.50	7.51	7.49	7.50	0.05
LA+14%CH	7.50	7.50	7.49	7.50	7.50	0.05
LA+14%CH	7.49	7.48	7.50	7.49	7.49	0.16
						0.08

Muestra	Ancho(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
LA+14%CH	11.91	11.92	11.91	11.91	11.91	0.75
LA+14%CH	11.90	11.91	11.89	11.90	11.90	0.82
LA+14%CH	11.91	11.89	11.89	11.91	11.90	0.87
LA+14%CH	11.90	11.90	11.88	11.90	11.90	0.87
						0.83

Muestra	Largo(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
LA+14%CH	21.36	21.35	21.37	21.36	21.36	0.63
LA+14%CH	21.39	21.37	21.39	21.38	21.38	0.56
LA+14%CH	21.38	21.37	21.39	21.38	21.38	0.58
LA+14%CH	21.37	21.37	21.37	21.37	21.37	0.61
						0.59

NOTA :

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 21.5 cm

Ancho : 12 cm

Altura : 7.5 cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhoatan Carlos Inacari Cooquiri Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308496 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLERA 1	1.66	1.75	1.78	1.69
LADRILLERA 1	1.64	1.54	1.54	1.47
LADRILLERA 2	1.42	1.36	1.52	1.39
LADRILLERA 2	1.47	1.35	1.52	1.40
PROMEDIO (mm)	1.55	1.50	1.59	1.49
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.57			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.49			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.53			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incañari Coaguina Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: L.A. + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA	1.32	1.46	1.46	1.25
LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA	1.38	1.32	1.42	1.29
LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA	1.35	1.32	1.32	1.38
LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA	1.40	1.31	1.39	1.26
PROMEDIO (mm)	1.36	1.35	1.40	1.30
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.38			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.32			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.35			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incacari Cocquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L.A. + 14% ARCILLA COCIDA RECICLADA	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLO A. + 14% ARCILLA COCIDA RECICLADA	1.28	1.25	1.27	1.30
LADRILLO A. + 14% ARCILLA COCIDA RECICLADA	1.20	1.21	1.32	1.19
LADRILLO A. + 14% ARCILLA COCIDA RECICLADA	1.30	1.33	1.29	1.22
LADRILLO A. + 14% ARCILLA COCIDA RECICLADA	1.31	1.10	1.29	1.16
PROMEDIO (mm)	1.27	1.22	1.29	1.22
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.28			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.22			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.25			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Juan Carlos Inacari Coaguina Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 7% CENIZAS DE HORNO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLO A. + 7% CENIZAS DE HORNO	1.30	1.30	1.38	1.27
LADRILLO A. + 7% CENIZAS DE HORNO	1.32	1.34	1.39	1.22
LADRILLO A. + 7% CENIZAS DE HORNO	1.30	1.20	1.29	1.34
LADRILLO A. + 7% CENIZAS DE HORNO	1.35	1.29	1.32	1.28
PROMEDIO (mm)	1.32	1.28	1.35	1.28
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.33			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.28			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.31			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Incajari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 14% CENIZAS DE HORNO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLO A. + 14% CENIZAS DE HORNO	1.20	1.22	1.23	1.24
LADRILLO A. + 14% CENIZAS DE HORNO	1.18	1.19	1.25	1.18
LADRILLO A. + 14% CENIZAS DE HORNO	1.24	1.24	1.21	1.20
LADRILLO A. + 14% CENIZAS DE HORNO	1.25	1.18	1.23	1.20
PROMEDIO (mm)	1.22	1.21	1.23	1.21
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.22			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.21			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.22			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incaacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC.	 V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613)	Código	FRM_GR_EM_102
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/08/2025

MUESTRA Nº	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 24 Hrs (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2836.00	3405.00	20.06
M-2	2828.00	3398.00	20.16
M-3	2834.00	3392.00	19.69
M-4	2832.00	3395.00	19.88
PROMEDIO DE ABSORCIÓN			19.95

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613)	Código	FRM_GR_EM_102
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/08/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 24 Hrs (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2831.00	3355.00	18.51
M-2	2820.00	3348.00	18.72
M-3	2835.00	3361.00	18.55
M-4	2840.00	3369.00	18.63
PROMEDIO DE ABSORCIÓN			18.60

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonata Cifuentes Inocenti Coaguina Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Mario Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613)	Código	FRM_GR_EM_102
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 14% ARCILLA COCIDA RECICLADA	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/08/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 24 Hrs (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2828.00	3318.00	17.33
M-2	2830.00	3319.00	17.28
M-3	2832.00	3319.00	17.20
M-4	2829.00	3320.00	17.36
PROMEDIO DE ABSORCIÓN			17.29

OBSERVACIONES :-

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incaacuri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613)	Código	FRM_GR_EM_102
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 7% CENIZAS DE HORNO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/08/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 24 Hrs (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2828.00	3346.00	18.32
M-2	2826.00	3340.00	18.19
M-3	2831.00	3343.00	18.09
M-4	2838.00	3350.00	18.04
PROMEDIO DE ABSORCIÓN			18.16

OBSERVACIONES :-

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incazari Coaguina Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Mario Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308695 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613)	Código	FRM_GR_EM_102
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	LADRILLO A. + 14% CENIZAS DE HORNO
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 31/08/2025

MUESTRA Nº	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 24 Hrs (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2833.00	3312.00	16.91
M-2	2827.00	3306.00	16.94
M-3	2822.00	3299.00	16.90
M-4	2818.00	3295.00	16.93
PROMEDIO DE ABSORCIÓN			16.92

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocencio Conquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.613	Código	FRM_GR_EM_403
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2525	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: A. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: LADRILLO ARTESANAL
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ENSAYO	EDAD	ÁREA	CARGA	F _b
					DÍAS	CM2	KG	KG/CM2
1	LADRILLERA 1			20/11/2025	28	249.57	12872	51.58
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.24	11.75	7.36					
2	LADRILLERA 1			20/11/2025	28	249.96	12678	50.72
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.20	11.79	7.35					
3	LADRILLERA 2			20/11/2025	28	250.09	13068	52.25
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.23	11.78	7.39					
4	LADRILLERA 2			20/11/2025	28	249.41	12858	51.55
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.19	11.77	7.32					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)								51.53

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incaerari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.613	Código	FRM_GR_EM_403
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPICA CONDORE	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL, PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. G.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 21/10/2025

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ENSAYO	EDAD	ÁREA	CARGA	F _b
					DÍAS	CM2	KG	KG/CM2
1	LADRILLO ARTESANAL + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA			20/11/2025	28	251.22	14612	58.18
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.29	11.80	7.42					
2	LADRILLO ARTESANAL + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA			20/11/2025	28	252.19	14527	57.60
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.30	11.84	7.40					
3	LADRILLO ARTESANAL + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA			20/11/2025	28	252.45	14511	57.48
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.34	11.83	7.44					
4	LADRILLO ARTESANAL + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA			20/11/2025	28	253.54	14414	56.85
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.36	11.87	7.43					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE RÓTURA (F _b)								57.52

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incazari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.613	Código	FRM GR EM 403
		Versión	V.01
		Aprobado	GG GR
		Página	1 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPICA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A	: 14% ARCILLA COCIDA RECICLADA
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ENSAYO	EDAD	ÁREA	CARGA	F _b
					DÍAS			CM2
1	LADRILLO ARTESANAL + 14% ARCILLA COCIDA RECICLADA			20/10/2025	28	253.85	12272	48.34
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.35	11.89	7.47					
2	LADRILLO ARTESANAL + 14% ARCILLA COCIDA RECICLADA			20/10/2025	28	254.07	12080	47.55
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.35	11.90	7.46					
3	LADRILLO ARTESANAL + 14% ARCILLA COCIDA RECICLADA			20/10/2025	28	254.09	12074	47.52
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.37	11.89	7.46					
4	LADRILLO ARTESANAL + 14% ARCILLA COCIDA RECICLADA			20/10/2025	28	254.61	11873	46.63
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.36	11.92	7.48					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)								47.51

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incajari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.613	Código	FRM_GR_EM_407
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA GONDORI	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACION DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUÑO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 7% CENIZAS DE HORNO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ENSAYO	EDAD	ÁREA	CARGA	F _b
					DÍAS	CM2	KG	KG/CM2
1	LADRILLO ARTESANAL + 7% CENIZAS DE HORNO			20/10/2025	28	252.31	15300	60.64
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.31	11.84	7.44					
2	LADRILLO ARTESANAL + 7% CENIZAS DE HORNO			20/10/2025	28	252.57	15432	61.10
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.35	11.83	7.42					
3	LADRILLO ARTESANAL + 7% CENIZAS DE HORNO			20/10/2025	28	252.64	15701	62.15
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.32	11.85	7.43					
4	LADRILLO ARTESANAL + 7% CENIZAS DE HORNO			20/10/2025	28	253.09	15280	60.37
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.34	11.86	7.45					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)								61.06

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.613	Código	FRM_GR_EM_403
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GRT
		Página	5 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAFICA CONDORE	FECHA MUESTREO	: 20/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: LADRILLO A + 14% CENIZAS DE HORNO
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ENSAYO	EDAD	ÁREA	CARGA	F _b
					DÍAS	CM2	KG	KG/CM2
1	LADRILLO ARTESANAL + 14% CENIZAS DE HORNO			20/10/2025	28	254.45	14560	57.22
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.40	11.89	7.49					
2	LADRILLO ARTESANAL + 14% CENIZAS DE HORNO			20/10/2025	28	254.54	14375	56.47
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.39	11.90	7.51					
3	LADRILLO ARTESANAL + 14% CENIZAS DE HORNO			20/10/2025	28	254.52	14533	57.10
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.37	11.91	7.50					
4	LADRILLO ARTESANAL + 14% CENIZAS DE HORNO			20/10/2025	28	254.42	14305	56.23
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	21.38	11.90	7.49					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)								56.76

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incañari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gómez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC Vº Bº CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.605	Código: FRM_GR_EM_404 Versión: V.01 Aprobado: GG_GR Página: 1 de 5
-----------------------------	--	---

SOLICITANTE: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO: 31/10/2025
PROYECTO: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR: F. A. S. G.
UBICACIÓN: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR: J. C. I. G.
	TIPO DE MATERIAL: LADRILLO ARTESANAL
	FECHA EXPEDICIÓN: 31/10/2025

MUESTRA N°	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			FECHA DE ENSAYO	ÁREA	CARGA	F b
					CM2	KG	KG/CM2
1	LADRILLERA 1			31/10/2025	249.57	9222	36.95
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.24	X 11.75	X 27.80				
2	LADRILLERA 1			31/10/2025	249.76	8898	35.53
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.22	X 11.77	X 27.81				
3	LADRILLERA 2			31/10/2025	250.18	9189	36.73
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.22	X 11.79	X 27.81				
4	LADRILLERA 2			31/10/2025	249.74	9259	37.08
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.20	X 11.78	X 27.81				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F b)							36.60

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenti Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.605		Código	FIRM. GR. EM. 404
				Versión	V.01
				Aprobado	GG. GR.
				Página	2 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 31/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTEBANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

MUESTRA Nº	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			FECHA DE ENSAYO	ÁREA CM2	CARGA KG	F _b KG/CM2
1	LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA			31/10/2025	251.65	10303	40.94
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.29	X 11.82	X 27.90				
2	LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA			31/10/2025	252.17	9932	39.39
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.28	X 11.85	X 27.89				
3	LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA			31/10/2025	251.84	10175	40.40
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.27	X 11.84	X 27.86				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							40.24

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incaocari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.605	Código	FRM_GR_EM_404
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 5

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUGA CONDORI	FECHA MUESTREO	: 31/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA RECICLADA
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

MUESTRA N°	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			FECHA DE ENSAYO	ÁREA	CARGA	F'b
					CM2	KG	KG/CM2
1	LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA			31/10/2025	253.76	8852	34.88
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.36	X	11.88				
2	LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA			31/10/2025	253.87	8679	34.17
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.30	X	11.89				
3	LADRILLO A. + 7% ARCILLA COCIDA			31/10/2025	253.85	8939	35.21
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.35	X	11.89				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F b)							34.76

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incaicari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC.	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.605	Código: FRM_OR_EM_404 Versión: V.01 Aprobado: GG_OR Página: 4 de 5
----------------------	--	---

SOLICITANTE	: Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDOMI	FECHA MUESTREO	: 31/10/2025
PROYECTO	: TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR	: F. A. S. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: LADRILLO A + 7% CENIZAS DE HORNO
		FECHA EXPEDICIÓN	: 31/10/2025

MUESTRA N°	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			FECHA DE ENSAYO	ÁREA	CARGA	F ^b
					CM2	KG	KG/CM2
1	LADRILLO A. + 7% CENIZAS DE HORNO			31/10/2025	251.98	11109	44.09
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.30	X 11.83	X 27.91				
2	LADRILLO A. + 7% CENIZAS DE HORNO			31/10/2025	252.29	11012	43.65
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.29	X 11.55	X 27.92				
3	LADRILLO A. + 7% CENIZAS DE HORNO			31/10/2025	252.50	10912	43.22
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.29	X 11.86	X 27.89				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F ^b)							43.65

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhondan Carlos Incacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.605	Código: FRM_GR_EM_404 Versión: V.01 Aprobado: OO_OR Página: 5 de 5
----------------------	---	---

SOLICITANTE : Sr. FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI	FECHA MUESTREO : 31/10/2025
PROYECTO : TESIS: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025	MUESTREADO POR : F. A. S. C.
	ENSAYADO POR : J. C. I. C.
UBICACIÓN : LABORATORIO GEORAAS	TIPO DE MATERIAL LADRILLO A + 14% CENIZAS DE HORNO
	FECHA EXPEDICIÓN : 31/10/2025

MUESTRA N°	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			FECHA DE ENSAYO	ÁREA CM2	CARGA KG	F ^b KG/CM2
1	LADRILLO A + 14% CENIZAS DE HORNO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	254.30	9834	38.67
		21.37	X 11.90	X 27.91			
	LADRILLO A + 14% CENIZAS DE HORNO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)			
2		21.36	X 11.89	X 27.90	253.97	10036	39.52
	LADRILLO A + 14% CENIZAS DE HORNO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)			
		21.37	X 11.89	X 27.90			
3	LADRILLO A + 14% CENIZAS DE HORNO	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)	254.09	9638	38.12
		21.37	X 11.89	X 27.90			
	PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F ^b)						39.10

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incaocari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 13-01-2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: FELIX ANGEL SUCAPUCA CONDORI

Dirección: COMUNIDAD CAMPESINA DE CACUÑA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 41694316

Teléfono: 978 040 404 email: sucapucafas94@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

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

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ARCILLA COCIDA RECICLADA Y CENIZAS

DE HORNO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL

PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE PUNO 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): ARCILLA COCIDA RECICLADA, CENIZAS DE HORNO, LADRILLO ARTESANAL Y PROPIEDADES DEL LADRILLO

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17


Firma de Autor



huella digital

13/01/2026

Fecha