TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2026

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE	:	Dr. RONALD MADERA TERÁN
PRIMER MIEMBRO	:	Dr. ARNALDO YANA TORRES
SEGUNDO MIEMBRO	:	Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
ASESOR DE TESIS	:	M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	:	TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 0158-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de abril del 2026

VISTO: El expediente **N° 2026-CU-001885** presentado por el (la) Bachiller: **FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA** 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. **FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA,** quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 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. RONALD MADERA TERÁN
- **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

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

ARTICULO TERCERO. – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA;** del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Jueves 16 de abril del 2026
- **HORA** : 09:30 hr
- **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.

Dr. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1345-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 20 de octubre del 2025

VISTO: El expediente **N° 2025-CU-9632** por el señor (a): **FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – **N° 977-2025**-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato **N° 139 - 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): **FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA,** ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 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 opinion del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 139 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES.**

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN,** presentado por el señor (a): **FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 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), **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA.**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

DIRECTOR
Dr. Fritz Willy Manuel Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 898-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 1534, presentado por el señor (a) FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO – N° 692-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 091-2025 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): FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA ha presentado su propuesta de investigación Titulada: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 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° 091-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 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 merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 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 M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

Dr. Fritz Wally Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
turnitin Página 1 de 160 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::13016:601138310
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA

EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADR...

Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::13016:601138310

Fecha de entrega
18 jun 2026, 23:02 GMT-5

Fecha de descarga
19 jun 2026, 12:45 GMT-5

Nombre del archivo
T036_70608911_T.docx

Tamaño del archivo
29.0 MB

151 páginas

20.447 palabras

114.381 caracteres

turnitin Página 1 de 160 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::13016:601138310
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

17% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

11%	Fuentes de Internet
2%	Publicaciones
15%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70608911
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9717-2367
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	RONALD MADERA TERÁN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429150
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	02306659
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: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"  https://maps.app.goo.gl/5W9RJLMVNViz5iBY8
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 – Abril 2026
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 Manuel Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA, identificado con DNI Nro. 70608911, 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:

EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025

Asesorado por: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 19 de mayo del 2026

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)

Huella

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

DEDICATORIA

Dedico este logro con todo mi corazón a mi querido padre Benjamín y querida madre Virginia, ellos quienes han sido mi mayor motivación a lo largo de este camino.

Son mis queridos padres quienes gracias por su amor incondicional, por su sacrificio silencioso y por enseñarme a no rendirme ante las adversidades.

Este triunfo también les pertenece, porque sin su apoyo constante, su confianza en mí y sus palabras de aliento, no habría sido posible alcanzarlo. Ustedes son mi ejemplo de esfuerzo, perseverancia y humildad.

Todo lo que soy y lo que he logrado se lo debo a ustedes.

Con gran infinito amor y gratitud, este logro es para ustedes.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanas,

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento por haber estado siempre a mi lado, a mis queridos padres Benjamín y Virginia porque ellos estuvieron brindándome su apoyo y confianza incondicional en cada etapa de mi formación profesional. Gracias también a mis dos hermanas Jackelin y Mary Luz, gracias por confiar en mí, por impulsarme a seguir adelante y por darme las herramientas necesarias para alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

Agradezco cada esfuerzo, cada consejo y cada palabra de aliento que me permitió superar los momentos difíciles y continuar con determinación. Este logro es gracias a mi familia, resultado del amor y la dedicación que siempre me han ofrecido.

Con todo mi respeto y gratitud, gracias por ser el pilar fundamental en la culminación de mi carrera profesional.

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 Situación problemática. 13
1.2 Planteamiento del problema. 14
1.2.1 Problema General. 14
1.2.2 Problemas Específicos. 14
1.3 Objetivos de la investigación. 15
1.3.1 Objetivo General. 15
1.3.2 Objetivos Específicos. 15
1.4 Justificación de la investigación. 15
1.4.1 Justificación Teórica 15
1.4.2 Justificación Práctica 16
1.4.3 Justificación Social 16
1.4.4 Justificación Económica 16
1.4.5 Justificación Ambiental 17
1.5 Hipótesis de la Investigación. 17
1.5.1 Hipótesis General. 17
1.5.2 Hipótesis Específicas. 17
1.6 Variables e indicadores. 18
1.6.1 Variable Independiente. 18
1.6.2 Variable Dependiente 18
1.7 Operacionalización de Variables. 18

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación 20
2.1.1 Antecedentes Internacionales 20
2.1.2 Antecedente Nacionales. 24
2.1.3 Antecedentes locales 28
2.2 Bases teóricas. 30
2.2.1 Ladrillos Artesanales 30
2.2.1.1 Problemas asociados a la fabricación tradicional 31
2.2.1.2 Transición hacia una producción sostenible 31
2.2.1.3 Casos de aplicación de tecnologías sostenibles 32
2.2.1.4 Rol de la sostenibilidad en la ingeniería civil 32
2.2.2 Lodo de aguas residuales como aditivo en ladrillos 33
2.2.2.1 Composición química y características del lodo residual 33
2.2.2.2 Efectos del lodo sobre las propiedades del ladrillo 34
2.2.2.3 Beneficios ambientales y económicos 34
2.2.2.4 Limitaciones y consideraciones técnicas 35
2.2.3 Ceniza de eucalipto en materiales de construcción 35
2.2.3.1 Composición química y características técnicas 36
2.2.3.2 Aplicación en morteros y ladrillos artesanales 36
2.2.3.3 Beneficios ambientales y sociales 37
2.2.3.4 Consideraciones técnicas y limitaciones 37
2.2.4 Propiedades Físicas y Mecánicas 38
2.2.4.1 Resistencia a la compresión 38
2.2.4.2 Absorción de agua 39
2.2.4.3 Alabeo y variación dimensional 40
2.2.4.4 Succión superficial 40
2.2.4.5 Densidad, porosidad y otras propiedades complementarias 41
2.2.4.6 Implicancia normativa y control de calidad 41
2.2.5 Normativa Técnica: Norma E.070 Albañilería 42
2.3 Marco conceptual 44
2.3.1 Ladrillo artesanal 44
2.3.2 Lodo de aguas residuales 44
2.3.3 Ceniza de eucalipto 44
2.3.4 Propiedades físicas 45
2.3.5 Propiedades mecánicas 45

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación ... 46
3.2 Tipo de la investigación ... 46
3.3 Nivel de la Investigación ... 47
3.4 Diseño de la Investigación ... 47
3.5 Método de la Investigación ... 47
3.6 Población y Muestra ... 48
3.6.1 Población ... 48
3.6.2 Muestra ... 48
3.7 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos ... 49
3.7.1 Técnicas de recolección de datos ... 49
3.7.2 Instrumentos de recolección de datos ... 49
3.8 Procedimiento para la recolección de datos. ... 50
3.8.1 Desarrollo de plan de investigación ... 50
3.9 Procesamiento de datos ... 57

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados. ... 58
4.1.1 Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal. ... 60
4.1.2 Propiedades físicas del ladrillo artesanal con la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas. ... 63
4.1.2.1 Ladrillos + lodos de aguas residuales. ... 63
4.1.2.2 Ladrillo + Ceniza de eucalipto. ... 68
4.1.3 Propiedades mecánicas del ladrillo artesanal con la aplicación de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas. ... 73
4.1.3.1 Ladrillo artesanal + lodo de aguas residuales. ... 73
4.1.3.2 Ladrillo artesanal + Ceniza de eucalipto. ... 75
4.2 Discusión de resultados. ... 86
CONCLUSIONES ... 88
RECOMENDACIONES ... 89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ... 90
ANEXOS ... 94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Operacionalización de variables* 19

Tabla 2 *Valores establecidos por la norma.* 43

Tabla 3 *Tamizado del material.* 59

Tabla 4 *Límites de Atterberg.* 59

Tabla 5 *% de humedad.* 59

Tabla 6 *Ladrillo artesanal (Absorción).* 60

Tabla 7 *Ladrillo artesanal (Succión).* 60

Tabla 8 *Variación de medida - ladrillo artesanal (alto)* 61

Tabla 9 *Variación de medida - ladrillo artesanal (ancho)* 61

Tabla 10 *Variación de medida - ladrillo artesanal (largo)* 62

Tabla 11 *Ladrillo artesanal (Alabeo).* 62

Tabla 12 *Ladrillos control (Resistencia).* 63

Tabla 13 *Ladrillos + lodo de aguas residuales 1% (Absorción).* 63

Tabla 14 *Ladrillos + lodo de aguas residuales 3% (Absorción).* 64

Tabla 15 *Ladrillos + lodo de aguas residuales 5% (Absorción).* 64

Tabla 16 *Ladrillos + lodo de aguas residuales 1% (Succión).* 65

Tabla 17 *Ladrillos + lodo de aguas residuales 3% (Succión).* 65

Tabla 18 *Ladrillos + lodo de aguas residuales 5% (Succión).* 66

Tabla 19 *Variación dimensional + lodo de aguas residuales.* 66

Tabla 20 *Alabeo del ladrillo + 1% lodo de aguas residuales.* 67

Tabla 21 *Alabeo del ladrillo + 3% lodo de aguas residuales.* 67

Tabla 22 *Alabeo del ladrillo + 5% lodo de aguas residuales.* 68

Tabla 23 *Ladrillos + 2% ceniza de eucalipto (Absorción).* 68

Tabla 24 *Ladrillos + 4% ceniza de eucalipto (Absorción).* 69

Tabla 25 *Ladrillos + 6% ceniza de eucalipto (Absorción).* 69

Tabla 26 *Ladrillos + 2% ceniza de eucalipto (Succión).* 70

Tabla 27 *Ladrillos + 4% ceniza de eucalipto (Succión).* 70

Tabla 28 *Ladrillos + 6% ceniza de eucalipto (Succión).* 71

Tabla 29 *Variación dimensional + ceniza de eucalipto.* 71

Tabla 30 *Ladrillos + 2% ceniza de eucalipto (Alabeo).* 72

Tabla 31 *Ladrillos + 4% ceniza de eucalipto (Alabeo).* 72

Tabla 32 *Ladrillos + 6% ceniza de eucalipto (Alabeo).* 73

Tabla 33 *Ladrillos + 1% lodo de aguas residuales (Resistencia).* 73

Tabla 34 *Ladrillos + 3% lodo de aguas residuales (Resistencia).* 74

Tabla 35 *Ladrillos + 5% lodo de aguas residuales (Resistencia).* 74

Tabla 36 *Ladrillos + 2% ceniza de eucalipto (Resistencia).* 75

Tabla 37 *Ladrillos + 4% ceniza de eucalipto (Resistencia).* 75

Tabla 38 *Ladrillos + 6% ceniza de eucalipto (Resistencia).* 76

Tabla 39 *Variación de absorción del Ladrillo + lodo de aguas residuales.* 76

Tabla 40 *Variación de absorción del Ladrillo + ceniza de eucalipto.* 77

Tabla 41 *Variación de succión del Ladrillo + lodo de aguas residuales.* 78

Tabla 42 *Variación de succión del Ladrillo + ceniza de eucalipto.* 79

Tabla 43 *Variación alabeo del Ladrillo + lodo de aguas residuales.* 80

Tabla 44 *Variación alabeo del Ladrillo + ceniza de eucalipto.* 81

Tabla 45 *Variación dimensional Ladrillo + lodo de aguas residuales.* 82

Tabla 46 *Variación dimensional Ladrillo + ceniza de eucalipto.* 83

Tabla 47 *Variación de resistencias Ladrillo + lodo de aguas residuales.* 84

Tabla 48 *Variación de resistencias del Ladrillo + ceniza de eucalipto.* 85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Procesamiento del lodo agua residual.* 51

Figura 2 *Procesamiento de ceniza de eucalipto.* 52

Figura 3 *Preparación de la mezcla.* 53

Figura 4 *Moldeo de las muestras de ladrillo.* 54

Figura 5 *Absorción de las muestras de ladrillo.* 55

Figura 6 *Alabeo y variación de muestras de ladrillo.* 56

Figura 7 *Resistencia a compresión de muestras de ladrillo.* 57

Figura 8 *Reacción de absorción del Ladrillo + lodo de aguas residuales.* 77

Figura 9 *Reacción de absorción de Ladrillo + ceniza de eucalipto.* 78

Figura 10 *Reacción de succión del Ladrillo + lodo de aguas residuales.* 79

Figura 11 *Reacción de succión del Ladrillo + ceniza de eucalipto.* 80

Figura 12 *Reacción alabeo del Ladrillo + lodo de aguas residuales.* 81

Figura 13 *Reacción alabeo del Ladrillo + ceniza de eucalipto.* 82

Figura 14 *Cambio dimensional del ladrillo.* 83

Figura 15 *Cambio dimensional del ladrillo.* 84

Figura 16 *Reacción del esfuerzo del Ladrillo + lodo de aguas residuales.* 85

Figura 17 *Reacción del esfuerzo del Ladrillo + ceniza de eucalipto.* 86

RESUMEN

La presente tesis "Efecto de la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto sobre las propiedades del ladrillo artesanal elaborados en el distrito de Juliaca 2025", El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto de la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto sobre las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal elaborado en el distrito de Juliaca. Se utilizó enfoque cuantitativo con diseño experimental, donde manipularon variables independientes (porcentajes de lodo: 1%, 3%, 5%; ceniza: 2%, 4%, 6%) y se compararon con un grupo control. Los ensayos de laboratorio incluyeron mediciones de absorción de agua, succión, alabeo, variación dimensional y resistencia a la compresión. Los resultados mostraron que la adición de lodo de aguas residuales redujo ligeramente la absorción de agua (de 17,85% en el control a 17,01% con 5% de lodo), mientras que la ceniza de eucalipto mantuvo la absorción estable. La succión aumentó con el lodo (de 11,54 a 15,70 gr/min con 5% de lodo) y disminuyó con la ceniza (de 11,54 a 10,09 gr/min con 6% de ceniza). Ambos aditivos aumentaron ligeramente el alabeo y la variación dimensional, pero los valores se mantuvieron dentro de rangos aceptables. La resistencia a la compresión mejoró significativamente con ambos aditivos, alcanzando un máximo de 55,64 kg/cm² con 3% de lodo y 54,42 kg/cm² con 4% de ceniza. Los porcentajes óptimos para maximizar la resistencia mecánica sin afectar negativamente las propiedades físicas fueron 3% de lodo y 4% de ceniza. La incorporación controlada de estos materiales alternativos demuestra ser viable y contribuye a la sostenibilidad ambiental, promoviendo la economía circular en la construcción civil en Juliaca.

Palabras clave: ladrillo artesanal, lodo de aguas residuales, ceniza de eucalipto, propiedades físicas, resistencia a compresión.

ABSTRACT

The present thesis titled "Effect of the addition of wastewater sludge and eucalyptus ash on the properties of the artisanal brick made in the district of Juliaca 2025", The objective of this research was to analyze the effect of the addition of wastewater sludge and eucalyptus ash on the physical and mechanical properties of the artisanal brick made in the district of Juliaca. A quantitative approach with an experimental design was used, where independent variables were manipulated (sludge percentages: 1%, 3%, 5%; ash: 2%, 4%, 6%) and compared with a control group. Laboratory tests included measurements of water absorption, suction, warping, dimensional variation and compressive strength. The results showed that the addition of wastewater sludge slightly reduced water absorption (from 17.85% in the control to 17.01% with 5% sludge), while eucalyptus ash kept the absorption stable. Suction increased with sludge (from 11.54 to 15.70 gr/min with 5% sludge) and decreased with ash (from 11.54 to 10.09 gr/min with 6% ash). Both additives slightly increased warpage and dimensional variation, but the values remained within acceptable ranges. The compressive strength improved significantly with both additives, reaching a maximum of 55.64 kg/cm² with 3% sludge and 54.42 kg/cm² with 4% ash. The optimal percentages to maximize mechanical strength without negatively affecting physical properties were 3% sludge and 4% ash. The controlled incorporation of these alternative materials proves to be viable and contributes to environmental sustainability, promoting the circular economy in civil construction in Juliaca.

Keywords: handmade brick, wastewater mud, eucalyptus ash, physical properties, compression resistance.

INTRODUCCIÓN

Los materiales para la construcción, ladrillo a mano son quizás los materiales que más se utilizan para poder construir, sobre todo en ciudades y zonas rurales, donde la autoconstrucción es el principal. Por otro lado, la fabricación artesanal de ladrillos enfrenta diversos desafíos importantes, no solo en términos de la calidad del producto, sino también en relación con su impacto en la sociedad y el medio ambiente. La elaboración artesanal de ladrillos es significativa origen de trabajo e ingresos; sin embargo, también aumenta la preocupación por la contaminación atmosférica, el uso excesivo de recursos naturales y mala gestión de restos sólidos y líquidos. Es una fuente sustancial de ambos.

Como resultado de la búsqueda de opciones ecológicas y productivas para la fabricación de ladrillos, se ha incrementado la introducción de materiales reciclados y residuos de procesos industriales o agroindustriales en la mezcla de arcilla. Como resultado, se mejorarán características del ladrillo, se reducirán los precios y se mitigarán los efectos adversos sobre el medio ambiente asociados con su fabricación. Entre todos estos residuos, los lodos de aguas residuales y la ceniza de eucalipto destacan por su fácil acceso en la región y su potencial para ser utilizados como insumos en la elaboración de materias primas para la construcción. Esto los hace particularmente atractivos. Sin embargo, será necesario realizar un análisis exhaustivo para establecer uso en obtención de ladrillos artesanales es técnica y ambientalmente viable. Debido a la Norma E.070 de Albañilería, se fundan limitaciones en el empleo de estos materiales. Es necesario para asegurarse de que los productos fabricados sean seguros, duraderos y en condiciones de utilizarse en la construcción.

El objetivo de este estudio es explorar el efecto que la integración de lodos de aguas residuales y ceniza de eucalipto tiene en peculios físicas y mecánicas. Específicamente, la investigación se centrará en la influencia de estos dos componentes en los ladrillos. Es posible que esta investigación conduzca a la creación de alternativas menos dañinas para

el medio ambiente y que estén acordes a las exigencias regulatorias del sector de la construcción en el Perú.

La tesis tiene 4 capítulos:

Capítulo I: El estudio se basa en la descripción de las circunstancias que rodean un problema real específico, el cual se aborda inicialmente. Los objetivos principales del estudio y su marco conceptual rector pueden definirse con el uso de estos datos. Para mejorar la relevancia del problema, es necesario ubicarlo dentro de una necesidad específica en el campo de la investigación.

Capítulo II: Aquí se recopila información relevante sobre el tema a partir de fuentes revisadas por pares. Los aspectos esenciales del estudio y la relación entre teoría y práctica se presentan dentro de un marco interpretativo.

Capítulo III: Describe la estructura del proceso de investigación, detallando las acciones realizadas para recopilar y proporcionar datos pertinentes. Los objetivos y características del estudio determinan esta metodología. Asimismo, se describen los estándares, metodologías e instrumentos garantizan la legitimidad de datos obtenidos.

Capítulo IV: Aquí, los datos se organizan según los objetivos establecidos, revelando los efectos del trabajo aplicado. Al profundizar en el análisis, se pueden comparar los resultados previstos con los reales. Finalmente, se ofrecen algunas reflexiones sobre las contribuciones generales del análisis y sus implicaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática.

A nivel global, uno de desafíos más apremiantes en el sector de la edificación es la necesidad de desarrollar materiales sostenibles que reduzcan el impacto ambiental. En este sentido, los residuos industriales y urbanos como los lodos de depuradora y las cenizas de biomasa han sido objeto de estudio por su potencial aplicación en la elaboración de materiales de construcción como los ladrillos. Investigaciones recientes han demostrado que la inclusión de lodos de aguas residuales tratados puede mejorar la eficiencia térmica y reducir el peso del ladrillo, aunque su uso requiere una cuidadosa dosificación para no comprometer la resistencia mecánica Saleh et al., (2021). Asimismo, la ceniza de eucalipto ha sido identificada como un material puzolánico con capacidad de reacción con el cemento y la arcilla, mejorando ciertas propiedades físico-químicas del producto final Parra et al., (2022).

En el Perú, la gestión de residuos sólidos y líquidos aún presenta grandes limitaciones. Según el Ministerio del Ambiente (2021), en el año 2020 se generaron aproximadamente 7.8 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, de los cuales menos del 2% fue aprovechado a través de reciclaje o valorización. Esta situación se

agrava con los residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales, cuyos lodos no tienen un destino definido, generando contaminación y riesgos sanitarios.

En la ciudad de Juliaca, la producción de ladrillo artesanal constituye una actividad económica importante para muchas familias. No obstante, esta producción se caracteriza por el uso de técnicas empíricas, escasa innovación tecnológica y limitada supervisión de calidad. Como consecuencia, los ladrillos elaborados frecuentemente presentan problemas de resistencia, alta absorción de agua y fragilidad estructural Quispe et al., (2023). Simultáneamente, Juliaca enfrenta una seria crisis ambiental debido al deficiente tratamiento de sus aguas residuales, cuyos lodos son almacenados en lagunas de estabilización sin tratamiento posterior. Del mismo modo, la ceniza generada por la quema de eucalipto en cocinas y hornos artesanales es descartada sin aprovechamiento alguno.

A pesar de contar con estos residuos en abundancia, no existen estudios locales concluyentes que evalúen el efecto combinado del lodo de aguas residuales y la ceniza de eucalipto sobre las propiedades del ladrillo artesanal. Esta brecha de conocimiento impide implementar soluciones técnicas sostenibles en una actividad que, además de ser económicamente relevante, tiene gran impacto ambiental.

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 Problema General.

¿Cuál es el efecto de la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto sobre las propiedades del ladrillo artesanal elaborados en el distrito de Juliaca 2025?

1.2.2 Problemas Específicos.

a) ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal producidas en el distrito de Juliaca?

b) ¿Cuáles son las propiedades físicas del ladrillo artesanal con la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas variables en el distrito de Juliaca?

c) ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal con la aplicación de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas en el distrito de Juliaca?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General

Analizar el efecto de la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto sobre las propiedades del ladrillo artesanal elaborados en el distrito de Juliaca 2025.

1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal producidas en el distrito de Juliaca.
2. Explicar las propiedades físicas del ladrillo artesanal con la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas en el distrito de Juliaca.
3. Explicar las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal con la aplicación de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas en el distrito de Juliaca.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 Justificación Teórica

La investigación demuestra que estas adiciones pueden mejorar los peculios físicas y mecánicas de ladrillos, lo que supone un avance hacia la edificación sostenible. La confirmación científica de la viabilidad de opciones educadas con medio ambiente en

división de edificación es posible gracias a la conformidad del trabajo con las normas técnicas vigentes.

1.4.2 Justificación Práctica

El foco de ese proyecto es producir ladrillos artesanales en Juliaca, elaborados con desechos locales que actualmente es un problema ambiental. Como resultado de la confirmación experimental de sus características, se proponen soluciones técnicas para mejorar la calidad y las propiedades de desempeño de los ladrillos, de modo que puedan utilizarse con mayor facilidad por las empresas y las organizaciones de construcción de la región. Esto conduce a mejores procesos de producción, menores costos y, además, motiva a la industria local hacia la innovación.

1.4.3 Justificación Social

Al mejorar el acceso a materiales de obra más sostenibles y asequibles, las innovaciones en el proceso de producción artesanal de ladrillos contribuyen positivamente al bienestar interno. El reciclaje y el compostaje conllevan un aumento del grado de limpieza y de la salud ambiental, del que todos en la comunidad se benefician. El desarrollo social y la creación de empleo local son dos beneficios adicionales del intercambio de información y tecnología con las empresas artesanales. Al abordar una necesidad social, la investigación mejora la sostenibilidad y contribuye al bienestar de las comunidades.

1.4.4 Justificación Económica

Se reducen los costos de producción de ladrillos y se disminuye la dependencia de materias primas tradicionales mediante el uso de ceniza de eucalipto y lodos de aguas residuales como insumos. El resultado es un mercado de materiales más competitivo con precios más bajos, lo cual beneficia tanto a fabricantes como a consumidores. Además, fomenta el aprovechamiento de la oferta de la zona en términos de recursos y economía

circular. Esta investigación podría generar oportunidades para empresas e inversores relacionados con la construcción sostenible.

1.4.5 Justificación Ambiental

Al reducir la contaminación del suelo y el agua, el impacto ambiental de la eliminación de lodos y cenizas se mitiga mediante la inclusión de residuos en producción de ladrillos. Al reutilizar estos materiales, apoyamos los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para una economía circular y la preservación de los recursos naturales. Además, al disminuir la extracción y el procesamiento de arcilla virgen, el plan contribuye a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. El sector de la construcción es más responsable con la Madre Tierra gracias a esta estrategia ecológica.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

El efecto de la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto mejorará las propiedades del ladrillo artesanal elaborados en el distrito de Juliaca 2025.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

a) Las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal producidas en el distrito de Juliaca, cumplirán de manera exacta con las especificaciones de ladrillos.
b) Las propiedades físicas del ladrillo artesanal mejorarán con la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas en el distrito de Juliaca.
c) Las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal incrementarán con la aplicación de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas en el distrito de Juliaca.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 Variable Independiente.

Lodo de Aguas Residuales y Ceniza de Eucalipto.

Indicadores:

- L.A.R: 0.8%, 1.0% y 1.2%.
- C.E: 1%, 2% y 3%.

1.6.2 Variable Dependiente

Propiedades del ladrillo artesanal.

Indicadores:

- Propiedad. físicas
- Propiedad. mecánicas

1.7 Operacionalización de Variables.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Lodo de Aguas Residuales y Ceniza de Eucalipto	Uso de aditivos alternativos no tradicionales en la producción de ladrillo de fabricación manual.	Lodo de aguas residuales Ceniza de eucalipto	% peso sobre masa total	LAR: 1%, 3%, 5% CE: 2%, 4%, 6%	Balanza, dosificación	Numérico discreto

Variable Dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Propiedades del ladrillo artesanal	Propiedades que determinan el comportamiento físico y mecánico del ladrillo artesanal	Absorción	%	11,8% - 14,95%	Ensayo laboratorio	Numérico continua
		Succión	g/min/200 cm²	11.7 - 14.4		
		Variación dimensional	mm	0,10 - 0,46	Calibre, regla	Numérico continua
		Alabeo	mm	1.38 - 1.81	Prensa hidráulica	
		Resistencia	kg/cm²	11,8 - 18,8		

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Según Zambrano et al. (2023) su estudio "Evaluación de lodos residuales de la planta de tratamiento de Colta Villa la Unión, para la fabricación de ladrillos artesanales". El propósito de este estudio fue determinar si los lodos de aguas residuales producidos por la PTAR Villa la Unión, en el cantón de Colta, podrían utilizarse como agregado en producción ladrillos artesanales. El principal fue descubrir una forma práctica de utilizar estos lodos, además de permitir su acumulación en vertederos. Para lograrlo, se elaboraron varias muestras de ladrillos utilizando concentraciones de lodos de aguas residuales que oscilaban entre el 5 % y el 20 %, según el peso de la tierra negra. Para facilitar la fusión de los materiales durante la cocción, también se utilizó polvo de mármol como fundente. En la primera ronda de pruebas, se combinaron cantidades variables de polvo de mármol con los lodos, que oscilaban entre el 3 % y el 20 % en peso. Además de aumentar las cantidades de lodos de aguas residuales al 3 %, 5 % y 10 %, también se incrementó la cantidad de polvo de mármol al 12 % para ampliar las varianzas de la muestra. Las pruebas mecánicas demostraron que la adición de lodos residuales a los ladrillos no produjo una diferencia apreciable en su resistencia mecánica. Sin embargo, sí

mejoró algunas de sus propiedades físicas, en particular su peso final, lo que permitió obtener ladrillos más ligeros y menos densos, lo cual podría ser útil en situaciones donde el peso es un factor clave. Finalmente, la dosis del 5% de lodos residuales resultó ser la más ventajosa en términos de propiedades mecánicas y análisis coste-beneficio. La investigación para optimizar la producción de ladrillos utilizando lodos residuales incinerados tiene el potencial de reducir el impacto ambiental de estos materiales, a la vez que mejora sus propiedades mecánicas y hace que el proceso sea más sostenible.

Según Chapi (2020) su estudio "Análisis de las propiedades mecánicas de ladrillos prensados elaborados con arcilla y lodos residuales textiles, cumpliendo la norma técnica ecuatoriana (NTE INEN 3049)". El objetivo principal de esta investigación es determinar la cantidad óptima de lodos textiles para la fabricación de ladrillos prensados, de modo que cumplan con los requisitos de la norma NTE-INEN 3049, que exige una proporción determinada en peso de tierra de reemplazo. El estudio busca ofrecer una solución a largo plazo para reducir la carga financiera que supone el tratamiento, transporte y, en última instancia, la eliminación de lodos textiles, a la vez que se cumplen los criterios de resistencia técnica. Este estudio ofrece una nueva forma de reducir los efectos negativos de los lodos textiles en el medio ambiente, convirtiéndolos en un material de construcción útil. Se realizaron varios experimentos para medir la resistencia y la absorción máxima de agua en muestras de ladrillos prensados con tierra de reemplazo por lodos textiles. Esto permitió la realización del estudio. Las muestras se compararon con ladrillos estándar sin ninguna sustitución, y los resultados se utilizaron para calcular la cantidad óptima de lodos textiles y garantizar un producto final de alta calidad. Se determinó que las especificaciones de la norma para ladrillos no estructurales podían cumplirse sustituyendo el 5,77 % de la tierra por lodos textiles, según una serie de experimentos e interpolaciones. Como último paso para garantizar la seguridad del producto final, se realizó un análisis CRETIB (Clasificación de Residuos según sus Características Técnicas, Riesgos y Bioseguridad). Los resultados mostraron que los ladrillos con un 5 % de tierra sustituida por lodos textiles

no eran peligrosos. Esta investigación demuestra que los lodos textiles pueden utilizarse para fabricar materiales de construcción, lo cual representa una excelente noticia para el reciclaje de residuos industriales y la reducción de los efectos negativos de la industria textil en el medio ambiente.

Según Apaza et al. (2024) su artículo "Estudio de las propiedades mecánicas de muros de albañilería elaborados con ladrillos artesanales con cenizas de tallo de Vicia faba". El objetivo principal de esta investigación es determinar la cantidad óptima de lodos textiles para la fabricación de ladrillos prensados, de modo que cumplan con los requisitos de la norma NTE-INEN 3049, que exige una proporción determinada en peso de tierra de reemplazo. El estudio busca ofrecer una solución a largo plazo para reducir la carga financiera que supone el tratamiento, transporte y, en última instancia, la eliminación de lodos textiles, a la vez que se cumplen los criterios de resistencia técnica. Este estudio ofrece una nueva forma de reducir los efectos negativos de los lodos textiles en el medio ambiente, convirtiéndolos en un material de construcción útil. Se realizaron varios experimentos para medir la resistencia y la absorción máxima de agua en muestras de ladrillos prensados con tierra de reemplazo por lodos textiles. Esto permitió la realización del estudio. Las muestras se compararon con ladrillos estándar sin ninguna sustitución, y los resultados se utilizaron para calcular la cantidad óptima de lodos textiles y garantizar un producto final de alta calidad. Se determinó que las especificaciones de la norma para ladrillos no estructurales podían cumplirse sustituyendo el 5,77 % de la tierra por lodos textiles, según una serie de experimentos e interpolaciones. Como último paso para garantizar la seguridad del producto final, se realizó un análisis CRETIB (Clasificación de Residuos según sus Características Técnicas, Riesgos y Bioseguridad). Los resultados mostraron que los ladrillos con un 5 % de tierra sustituida por lodos textiles no eran peligrosos. Esta investigación demuestra que los lodos textiles pueden utilizarse para fabricar materiales de construcción, lo cual representa una excelente noticia para el

reciclaje de residuos industriales y la reducción de los efectos negativos de la industria textil en el medio ambiente.

Según Estrada et al. (2024) su artículo "Incidencia de ceniza de eucalipto en propiedades mecánicas del mortero de asentamiento de ladrillos artesanales". El equipo de investigación responsable de este proyecto se propuso descubrir cómo la inclusión de ceniza de eucalipto al mortero afectaba su propiedades mecánicas, es decir, su capacidad para sujetar ladrillos artesanales. Utilizamos una estrategia cuasiexperimental para lograr nuestros objetivos cuantitativos, aplicados y explicativos. Muestras de mortero mixto, que incluían 36 cubos, 36 rectángulos, 4 paredes diminutas y 4 prismas, constituyeron la población de investigación. Tanto la muestra de control como las que tenían 1%, 3% o 5% de ceniza de eucalipto añadida se sometieron a pruebas de laboratorio. Si queríamos saber cómo la adición de ceniza afectaba las propiedades mecánicas y físicas del mortero, teníamos que realizar estas pruebas. Los resultados mostraron que las propiedades mecánicas del mortero mejoraron considerablemente tras añadirle ceniza de eucalipto. Entre las concentraciones probadas, la ceniza de eucalipto al 1% superó a las otras dos, al 3% y al 5%. Esta mejora mejoró la resistencia compresiva y flexión del mortero, entre otras propiedades importantes para su longevidad y uso. Los datos recopilados sugieren que la ceniza de eucalipto mejora las características estructurales y la cohesión del mortero, lo convierte en mejor elección para la albañilería en edificación. Finalmente, se determinó que CE mejora los peculios mecánicos del mortero. Al ajustar la resistencia del mortero, la dosis más efectiva y útil fue el 1% de ceniza, que produjo la mejora más notable. Este descubrimiento implica que el uso de ceniza de eucalipto en el mortero aumenta su calidad, lo que a su vez podría generar ahorros en costos de producción. Además, ofrece opción sostenible al aprovechar los residuos agrícolas.

2.1.2 Antecedente Nacionales.

Según Jarrín (2023) su tesis "Aprovechamiento del lodo producido por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Cantón Ambato como materia prima en la fabricación de ladrillo". Debido a su compleja composición y a las posibles repercusiones ambientales de su acumulación, la correcta gestión y disposición final de los lodos de depuradora es una de las mayores preocupaciones ambientales a nivel mundial. Los estudios que buscan usos a largo plazo para estos residuos son cruciales a la luz de esta cuestión. La investigación, que incluyó métodos cuantitativos, descriptivos y experimentales, tuvo como objetivo caracterizar los lodos residuales mediante el análisis CRETIB; este análisis refutó la condición de los residuos como residuos peligrosos. Específicamente, se seleccionaron dos porcentajes de lodos secos (10% y 20%, respectivamente) después de revisar la literatura técnica actual para establecer el porcentaje adecuado de lodos para su uso en la fabricación de ladrillos. También se probaron las cualidades mecánicas de los ladrillos artesanales creados con estos lodos y se compararon con las de los ladrillos disponibles comercialmente. De acuerdo con los criterios establecidos en la norma INEN 297, se midieron y evaluaron propiedades como la resistencia mínima flexión, la absorción máxima de humedad y la resistencia. Los resultados mostraron que el ladrillo de lodo seco al 20% cumplía con los requisitos de la norma en cuanto a absorción de humedad (24,63%), resistencia mínima a la compresión (3,16 MPa) y resistencia a la flexión (3,165 MPa). El estudio económico reveló importantes beneficios del uso de lodos como material para la producción de ladrillos, incluyendo una disminución de los costos de producción. La construcción con lodos redujo el costo por ladrillo de 0,18 a 0,14 centavos. Finalmente, los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) podrían utilizarse para la fabricación de ladrillos artesanales, ya que se aceptó la hipótesis nula al aplicar la prueba de Tukey para determinar si se producían cambios significativos en la producción. Este descubrimiento respalda la idea de que estos residuos pueden utilizarse de forma sostenible, lo cual beneficia al medio ambiente y a la economía. Contribuirá a reducir los efectos negativos de lodos residuales en medio ambiente y fomentar su reutilización.

Según Lozano (2021) su estudio "Elaboración de ladrillos cerámicos artesanales utilizando lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de Epsel de San José – Lambayeque para la construcción de muros de tabiquería – 2019". Sus creadores se propusieron ofrecer una alternativa más ecológica a las prácticas de construcción tradicionales, reduciendo los efectos negativos de los lodos residuales de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el medio ambiente. Con el objetivo de reducir los residuos y aumentar la eficiencia, este estudio examinó la viabilidad de utilizar lodos sedimentados de las lagunas de estabilización de la planta Epsel de San José en la producción de ladrillos cerámicos artesanales. El estudio ofreció una visión integral del potencial de la alternativa en el sector de la construcción, considerando factores técnicos, económicos y ambientales. La obtención de las materias primas fue el primer paso del proceso de investigación; posteriormente, se determinaron sus propiedades físicas y químicas, lo que sentó las bases para el diseño de mezclas ideales. Para determinar el grado óptimo de inclusión de lodos en las mezclas, se fabricaron unidades de mampostería artesanal utilizando diversos porcentajes de lodos sedimentados secos, que oscilaron entre el 2,5 % y el 25 % en peso. Las unidades de mampostería se sometieron a pruebas mecánicas y físicas para determinar la absorción de agua, la resistencia a compresión y flexión. Los ladrillos con un 5% de lodos sedimentados presentaron las mejores características, según los datos. Los parámetros del ladrillo fueron los siguientes: resistencia a la flexión de 8,28 kg/cm², resistencia a la compresión de 57,97 kg/cm², peso de 4,143 kg y absorción de agua del 19,38%. El ladrillo típico, sin lodos, tenía un peso de 4,232 kg, un 17,61% de absorción, una resistencia a la compresión de 56,45 kg/cm² y una flexión de 6,59 kg/cm². Estos hallazgos demuestran que los ladrillos fabricados con un máximo del 5% de lodos sedimentados cumplen con los estándares establecidos en la norma nacional de construcción E.070, 2006. Nuestra investigación ha demostrado que el uso de hasta un 5% de lodos sedimentados en ladrillos cerámicos artesanales puede ser una forma rentable y respetuosa con el medio ambiente de reciclar residuos industriales y crear métodos de construcción más ecológicos.

Según Escalante (2022) su tesis "Elaboración de ladrillos de arcilla con inclusión de lodos residuales de la PTAR de la provincia de Celendín, Cajamarca". La incorporación de lodos residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Celendín en causa de elaboración de ladrillos artesanales fue el objetivo vital de investigación. Se determinaron los parámetros físicos y mecánicos de ladrillos elaborados con porcentajes de lodos residuales del 5%, 10% y 15% mediante el método científico de forma cuantitativa y aplicable. Se aplicaron a estos ladrillos los parámetros definidos en la Norma E.070, que regula las propiedades de los materiales de construcción de la zona. Los ladrillos con inclusiones de lodos residuales del 5%, 10% y 15% cumplieron con los criterios de clasificación Tipo I, según los efectos de las pruebas de resistencia mecánica. Esto significa que estos ladrillos son apropiados para construcciones de mampostería en escenarios de baja exigencia. Sin embargo, en comparación con ladrillos de mayor calidad, estas estructuras presentan menor resistencia y durabilidad. Los ladrillos con un 5% de lodos residuales presentaron la mayor resistencia a la compresión y la mayor absorción de agua, por lo que serían una mejor opción para estructuras de bajo impacto. Además, la prueba de deformación, que mide la deformación de los ladrillos al secarse, reveló que ladrillos + 15% de lodos residuales presentaron mínimo porcentaje de deformación. Esto convierte en mejor opción para proyectos de mampostería, tanto estéticamente como en términos de resistencia, ya que una mínimo deformación se traduce en una mejor apariencia de las estructuras. Sin embargo, cabe mencionar que la deformación puede controlarse modificando el proceso de producción, en particular, priorizando la calidad del secado. En conclusión, los ladrillos con un 5% de lodos residuales son ideales para usos que requieren alta resistencia y durabilidad, mientras que los ladrillos con un 15% de lodos son más adecuados para usos donde se valora la resistencia estructural en condiciones de mampostería menos exigentes y la deformación no es un problema.

Según Estrada (2023) su tesis "Incidencia de la ceniza de eucalipto en las propiedades mecánicas del mortero de asentamiento de ladrillos artesanales". El objetivo

principal de esta investigación fue hallar la inserción de ceniza de eucalipto al mortero afectaba sus peculiaridades mecánicas durante la colocación de ladrillos artesanales. Se utilizó una metodología cuantitativa, aplicada, de nivel explicativo y cuasi-experimental para evaluar su impacto. El rendimiento mecánico de las muestras de mortero se probó en un laboratorio. Las muestras incluyeron 36 cubos, 36 unidades rectángulas, 4 muretes y 4 prismas. Cada muestra se dividió equitativamente entre el mortero de control y uno al que se le añadió 1%, 3% o 5% de ceniza de eucalipto. El objetivo era ver cómo cambiaban las propiedades del mortero al aumentar el contenido de ceniza. En paralelo con las muestras con 3% y 5% de ceniza de eucalipto, se demostró que las características mecánicas del mortero mejoraron sustancialmente con la adición de 1% de ceniza durante la prueba. Una pequeña cantidad de ceniza es suficiente para obtener mejoras en la calidad del mortero, ya que el mortero con 1% de ceniza demostró una superioridad sustancial sobre las otras concentraciones en todos los parámetros medidos, incluyendo la resistencia y la flexibilidad. Este descubrimiento es calidad, ya que sugiere una forma sostenible y rentable de mejorar las propiedades de los materiales de construcción sin sacrificar su rendimiento. Una de estas adiciones naturales es la ceniza de eucalipto. Finalmente, se determinó que las cualidades mecánicas del mortero utilizado para construir ladrillos artesanales mejoran cuando se añade ceniza de eucalipto a la mezcla. Parece que el 1% de ceniza es el punto óptimo para mejorar la resistencia y la durabilidad del mortero sin sacrificar el rendimiento, ya que produjo la mejora más notable. Este trabajo allana el camino para el posible uso de la ceniza de eucalipto como materia de construcción sostenible mediante el reciclaje de residuos agrícolas de una manera accesible y ecológica.

Según Retamozo et al. (2024) su tesis "Influencia de la adición de ceniza de eucalipto, fibra de caña de azúcar y bentonita sódica en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales, Lima-2024". La integración de fibra de caña de azúcar, bentonita sódica y ceniza de eucalipto en ladrillos fue el objetivo principal de la investigación para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Para observar cómo las

adiciones afectaban las características de los ladrillos, se utilizó un diseño cuasiexperimental y un enfoque de investigación de nivel explicativo. Se contó con grupo y ocho experimentales, con un total de 207 ladrillos. Para optimizar las cualidades de estos aditivos para su uso en la construcción, esta técnica facilitó la compilación de indagación de múltiples orígenes y evaluación de los efectos de las combinaciones alternativas en la calidad de los ladrillos. En cuanto al enfoque, se empleó un diseño factorial 2^3, que incluyó el análisis de dos dimensiones con tres componentes: bentonita sódica, fibra de caña de azúcar y ceniza de eucalipto. Para determinar las proporciones óptimas para mejorar las cualidades de los ladrillos, se probaron varias dosis de estos componentes, dentro de los límites mínimos y máximos especificados para cada una. Gracias a este diseño, pudimos evaluar exhaustivamente el impacto acumulativo de los aditivos, revelando cómo alteran con precisión las peculiaridades físicas y mecánicas del ladrillo. Las pruebas de laboratorio demostraron que estos compuestos mejoraron considerablemente las peculiaridades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales sin terminar. Tras 28 días de curado, las pilas de ladrillos expusieron un acrecentamiento significativo en la resistencia compresiva, flexión y axial. Estos hallazgos aportan más evidencia de que una combinación de ceniza de eucalipto, fibra de caña de azúcar y bentonita sódica mejora la calidad del ladrillo.

2.1.3 Antecedentes locales.

Según Huaquisto (2021) su estudio "Incorporación de Lodo de Aguas Residuales en la Elaboración del Ladrillo Artesanal Mejorando sus Propiedades Físico Mecánicas – Puno, 2021", El propósito de investigación, realizada en 2021, fue determinar si la incorporación de lodos de aguas residuales en ladrillos artesanales producidos en Puno, Puno, resultó en una mejora en cualidades físicas y mecánicas. En el marco del método científico aplicado, se utilizó un enfoque explicativo y un diseño experimental para lograr este objetivo. Este método permitió un análisis completo de las propiedades físico-mecánicas y el comportamiento de los ladrillos moldeados a mano, junto con la evaluación de cómo las diferentes dosificaciones en volumen (0%, 5%, 10%, 20% y 40%) de lodos de

aguas residuales impactaron la calidad de los ladrillos. Los ladrillos se produjeron integrando diversos porcentajes de lodos de aguas residuales en causa de fabricación. Se evaluaron los rasgos de ladrillos, incluyendo su resistencia a la compresión, que es un criterio esencial para determinar la calidad de los ladrillos. Sin la adición de lodos, los datos demostraron que el ladrillo estándar tenía una resistencia de 55,7 kg/cm², el valor encontrado. Los ladrillos que incluían un 5% de lodos presentaron una resistencia de 53,8 kg/cm², mientras que los ladrillos con un 10% de lodos obtuvieron un valor de 55,6 kg/cm². La norma E.070 exige que los ladrillos artesanales tengan una resistencia mínima de cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado, y sus resultados no solo fueron comparables, sino también muy superiores. Los resultados de este estudio respaldan la idea de que el uso de lodos de depuradora en cantidades inferiores al 10% puede constituir una alternativa viable y eficiente al proceso convencional de fabricación de ladrillos de arcilla en Puno. Los ladrillos fabricados con hasta un 10% de lodos no solo cumplen los criterios básicos de la norma, sino que también ilustran cómo estos residuos pueden reutilizarse para generar materiales de construcción económicos y beneficiosos para el medio ambiente. La industria de la construcción local está aprovechando nuevas oportunidades y existen formas de hacer un uso ecológicamente responsable de los residuos de los procesos industriales.

Según Ingalla et al. (2022) su tesis "Análisis del comportamiento físico y mecánico de ladrillos artesanales adicionando cenizas de eucalipto en la ciudad de Juliaca-2022". En 2022, el objetivo principal de este proyecto de estudio en ciudad de Juliaca fue determinar si los ladrillos artesanales elaborados con ceniza de eucalipto como agregado presentaban mejores características estructurales. El propósito de esta investigación es mejorar el ladrillo artesanal, piedra angular de los métodos de construcción tradicionales, haciéndolo más resistente al duro clima de la región de Puno, en particular a sus fuertes lluvias. El objetivo de incorporar ceniza de eucalipto en los materiales de construcción es producir un material mejorado con mejores propiedades mecánicas y ambientales. Esto aumentará la

calidad de la construcción y, al mismo tiempo, permitirá un mejor aprovechamiento de los residuos. Dado que cada paso de la creación de ladrillos artesanales se realizó a mano, los investigadores pudieron estudiar los efectos de la ceniza de eucalipto con gran detalle. Como los ladrillos fueron inventados en este estudio, se llevó a cabo un programa de pruebas en laboratorio y en sitio para evaluar sus propiedades estructurales. Las métricas incluidas en la evaluación se relacionan con la resistencia a la compresión, la absorción de agua, la deformación y la densidad, las cuales reflejan la calidad y la durabilidad de los ladrillos in situ. En esta investigación se determinaron las propiedades estructurales de ladrillos hechos a mano cuando se agrega ceniza de eucalipto a la arcilla mediante una serie de experimentos. Los hallazgos demostrarán el potencial de este tipo de aditivo para mejorar las propiedades mecánicas de los ladrillos, incluidos aspectos como su resistencia, resistencia a la humedad y estabilidad dimensional. El objetivo final es proporcionar una forma más ecológica y eficaz de fabricar ladrillos en la zona, para que la industria de la construcción pueda mantenerse a flote y aprovechar mejor los recursos existentes.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Ladrillos Artesanales

Estos ladrillos se elaboran generalmente a partir de la mezcla de arcilla con agua, que es moldeada manualmente y luego secada al sol o cocida en hornos rudimentarios. Este tipo de producción se identifica por su bajo costo, simplicidad en los procesos y aprovechamiento de recursos locales Gareca et al., (2020). Debido a estas ventajas, los ladrillos hechos a mano se han convertido en una parte abstracta de la autoconstrucción, ya que permiten un acceso fácil a los materiales de construcción a un costo bajo, especialmente para las comunidades más vulnerables.

Por otro lado, uno de los serios inconvenientes de la fabricación de ladrillos a mano ocurre en falta de uniformidad de sus propiedades físicas y mecánicas, debido a la ausencia de sistematización en los métodos de producción. Estas variaciones pueden

incidir negativamente en la calidad y durabilidad de las construcciones, especialmente en zonas con actividad sísmica o condiciones climáticas severas Tituano et al., (2022).

2.2.1.1 Problemas asociados a la fabricación tradicional

La producción tradicional de ladrillos presenta también desafíos ambientales y de salud pública. Durante la etapa de cocción, que a menudo emplea biomasa como leña, residuos agrícolas o carbón, se liberan emisiones contaminantes que incluyen material particulado, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y dióxido de azufre. Estas emisiones contribuyen al deterioro de eficacia aire y pueden afectar denegadamente salud de los trabajadores y comunidades cercanas Curadelli et al., (2019).

Además, la extracción intensiva de arcilla para la producción de ladrillos puede causar erosión del suelo, pérdida de cobertura vegetal y alteración de ecosistemas locales. La degradación de terrenos agrícolas también es un efecto colateral importante cuando no se aplican prácticas responsables de extracción Gareca et al., (2020).

2.2.1.2 Transición hacia una producción sostenible

Dada la creciente conciencia ambiental y la necesidad de mitigar los impactos negativos de la construcción tradicional, la industria de materiales está experimentando un cambio hacia prácticas más sostenibles. Una de las estrategias emergentes más relevantes es la incorporación de residuos sólidos en obtención de ladrillos artesanales. Esta medida se enmarca dentro del concepto de economía circular, que promueve la reutilización de residuos como insumos productivos en lugar de desecharlos en vertederos López et al., (2021).

En este sentido, se ha estudiado la viabilidad técnica de utilizar una variedad de residuos como sustitutos parciales de la arcilla: lodo de aguas residuales, cenizas vegetales, residuos de construcción y demolición, fibras naturales, residuos plásticos, cáscaras de arroz, entre otros. La inclusión de estos materiales puede optimar peculios del ladrillo como su densidad, resistencia, aislación térmica y durabilidad, además de reducir su huella ambiental Gareca et al., (2020).

Por ejemplo, la incorporación de lodo de aguas residuales tratados adecuadamente puede aportar materia orgánica que, al ser incinerada durante la cocción, reduce el consumo de combustibles fósiles y mejora la porosidad del ladrillo, disminuyendo su peso García et al., (2023). Asimismo, la ceniza de eucalipto puede actuar como aditivo pozolánico, aportando sílice y alúmina que reaccionan químicamente durante la cocción para aumentar la resistencia estructural del ladrillo Gareca et al., (2020).

2.2.1.3 Casos de aplicación de tecnologías sostenibles

El avance de la investigación ha llevado a implementar tecnologías innovadoras como el proyecto LIFE HYPOBRICK, desarrollado en Europa, que produce ladrillos sin necesidad de cocción utilizando residuos cerámicos e industriales activados alcalinamente. Esta tecnología logra una reducción significativa en el consumo energético y las emisiones de carbono, representando un modelo replicable en otras regiones.

En África, la ingeniera Nzambi Matee desarrolló una alternativa ecológica a partir del reciclaje de residuos plásticos de difícil degradación, con los cuales fabrica ladrillos más resistentes que los convencionales y con un menor impacto ambiental. Esta iniciativa ha sido reconocida como una contribución sustancial a la economía circular y al empoderamiento comunitario Wikipedia, (2025).

2.2.1.4 Rol de la sostenibilidad en la ingeniería civil

En el ámbito de la ingeniería civil, la sostenibilidad se ha convertido en un eje transversal que guía el diseño, la producción y la implementación de tecnologías constructivas. De acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, particularmente los ODS 9 (industria, innovación e infraestructura), ODS 11 (ciudades sostenibles) y ODS 12 (producción y consumo responsables), se promueve la adopción de tecnologías de bajo impacto ambiental y el uso eficiente de recursos (ONU, 2021).

El uso de ladrillos sostenibles hechos a mano ofrece la oportunidad de lograrlo, ya que aprovecha residuos, reduce las emisiones contaminantes y crea materiales de construcción más asequibles. Para lograrlo, es crucial la coordinación entre instituciones académicas, gobiernos y comunidades dedicadas a obtención ladrillos, a fin de establecer

normas, protocolos de capacitación y modelos de financiación para transformar el proceso de producción.

2.2.2 Lodo de aguas residuales como aditivo en ladrillos

Es un subproducto sólido o semisólido generado en las diferentes etapas del tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales. Este residuo, considerado de difícil manejo debido a su composición química y microbiológica, representa un reto ambiental para las municipalidades y plantas de tratamiento, ya que requiere de una disposición final segura y sostenible. Ante este desafío, la ingeniería civil y ambiental han venido desarrollando estrategias de valorización de este subproducto mediante su incorporación en materiales de construcción, particularmente en la elaboración de ladrillos artesanales y cerámicos Camargo et al., (2020).

La reutilización del lodo como aditivo en la fabricación de ladrillos no solo contribuye a la reducción del volumen de residuos destinados a disposición final, sino que también promueve prácticas de economía circular. Esta estrategia permite reemplazar parcialmente la arcilla, principal materia prima de los ladrillos, disminuyendo así la presión sobre los suelos y reduciendo el consumo de recursos naturales no renovables Melendrez et al., (2025).

2.2.2.1 Composición química y características del lodo residual

El lodo de aguas residuales está compuesto por una mezcla heterogénea de materia orgánica e inorgánica. Contiene nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, además de metales pesados en concentraciones variables (como plomo, cadmio, mercurio, cobre y zinc) y microorganismos patógenos Victoria, (2019). Debido a esta composición, su uso directo en la industria de la construcción requiere de tratamientos previos que garanticen la estabilización química, reducción de humedad, eliminación de patógenos y control de contaminantes tóxicos.

Las terapias más comunes incluyen el secado térmico, la deshidratación mecánica, la digestión anaerobia y la incineración parcial. Estos procesos mejoran la seguridad del

lodo como posible aditivo y, al mismo tiempo, modifican sus propiedades térmicas/físicas que facilitan su integración en mezclas cerámicas Camargo et al., (2020).

2.2.2.2 Efectos del lodo sobre las propiedades del ladrillo

La cantidad introducida determina los efectos positivos o negativos de esta alteración. Según estudios actuales, la resistencia estructural de los ladrillos puede mantenerse añadiendo porcentajes inferiores al 10 % en masa. Normas técnicas, como la NTP E.070, limitan estos porcentajes a lo que se considera aceptable. Por ejemplo, los ladrillos artesanales Chura (2021).

Los principales efectos observados en estudios experimentales incluyen:

- Aumento de la porosidad: debido a la ignición de materia orgánica contenida en el lodo durante la cocción, se generan microcavidades que incrementan la porosidad del ladrillo. Esto puede ser favorable para aplicaciones que requieran aislamiento térmico, aunque en exceso puede reducir la resistencia mecánica Victoria, (2019).
- Reducción de la densidad: la pérdida de masa durante la cocción, combinada con el aumento de poros, tiende a disminuir la densidad del ladrillo, lo cual puede facilitar su manipulación y transporte.
- Variación en la resistencia a la compresión: se ha observado que una dosificación moderada (5–10%) de lodo permite mantener e incluso mejorar los valores de resistencia, gracias a la formación de fases vítreas durante la cocción que contribuyen a la cohesión de la matriz cerámica Melendrez et al., (2025).
- Coloración y textura: la incorporación de lodo puede modificar la apariencia superficial del ladrillo, otorgándole tonalidades más oscuras o texturas diferentes, lo cual puede ser aprovechado con fines estéticos o de diseño arquitectónico.

2.2.2.3 Beneficios ambientales y económicos

El aprovechamiento del lodo de aguas residuales en creación de ladrillos genera múltiples beneficios desde el punto de vista ambiental y económico. En primer lugar, permite valorizar un residuo potencialmente peligroso, reduciendo los costos de transporte

y disposición en rellenos sanitarios. Además, al sustituir parcialmente la arcilla, se disminuye la presión sobre los ecosistemas de donde se extrae esta materia prima.

Desde el punto de vista energético, la materia orgánica del lodo puede actuar como combustible alternativo durante la cocción del ladrillo, reduciendo el consumo de leña, carbón o gas, y, por ende, las emisiones de gases de efecto invernadero García, (2021). Esto convierte al proceso en una solución sostenible tanto para la gestión de residuos como para la producción de materiales de construcción de bajo impacto.

2.2.2.4 Limitaciones y consideraciones técnicas

A pesar de sus ventajas, el uso de lodo como aditivo en ladrillos requiere de un estricto control técnico. Es imprescindible asegurar que los niveles de metales pesados en los ladrillos terminados se mantengan por debajo de los límites establecidos por normativas ambientales, de modo que no representen riesgos para la salud pública ni para el medio ambiente. También se debe evitar el uso de lodo que contenga contaminantes orgánicos persistentes, como dioxinas o hidrocarburos aromáticos, los cuales no se degradan completamente durante la cocción.

Asimismo, se requiere de estudios complementarios que evalúen la lixiviación de componentes potencialmente tóxicos, la durabilidad de los ladrillos en condiciones reales de uso y la posibilidad de acumulación de contaminantes en el entorno edificado Camargo et al., (2020).

2.2.3 Ceniza de eucalipto en materiales de construcción

La creciente necesidad de incorporar materiales alternativos en la industria de la construcción ha dado paso al estudio y uso de residuos agrícolas y forestales como aditivos en materiales cerámicos y cementantes. Uno de estos residuos es ceniza de eucalipto, un subproducto creado por ignición de madera del árbol Eucalyptus globulus, que es utilizada comúnmente como fuente de energía en ladrilleras artesanales y cocinas rurales. Esta ceniza, al ser considerada un desecho de la combustión, suele acumularse sin tratamiento,

representando una fuente potencial de contaminación si no se gestiona adecuadamente Solano, (2020).

Desde una perspectiva técnica, la ceniza de eucalipto presenta un interesante potencial puzolánico, ya que contiene óxidos metálicos como el de silicio (SiO_2), aluminio (Al_2O_3), hierro (Fe_2O_3) y calcio (CaO), que pueden reaccionar con el hidróxido de calcio ($Ca(OH)_2$) en presencia de agua, formando compuestos cementantes similares al C–S–H (silicato cálcico hidratado), responsables de peculios mecánicas del concreto y otros materiales de construcción Campos, (2024).

2.2.3.1 Composición química y características técnicas

La composición química de la ceniza de eucalipto varía en puesto del tipo de suelo, los contextos de combustión y la parte del árbol incinerada (tronco, ramas u hojas). No obstante, diversos estudios coinciden en que esta ceniza presenta una alta concentración de sílice amorfa (SiO_2), lo cual es clave para su comportamiento puzolánico. En estudios realizados por Estrada (2024), se identificó que la ceniza de eucalipto tiene un pH alcalino (>10), buena finura (<75 µm) y una estructura altamente porosa, características deseables para su interacción con matrices cementantes.

Asimismo, la ceniza contiene óxidos de metales como MgO, K_2O y Na_2O, que pueden tener efectos secundarios sobre el fraguado, la durabilidad y la retracción del mortero o concreto, por lo cual su dosificación debe ser cuidadosamente controlada Campos, (2024).

2.2.3.2 Aplicación en morteros y ladrillos artesanales

En la fabricación de ladrillos artesanales, la ceniza de eucalipto puede ser utilizada como aditivo o como reemplazo parcial de la arcilla, actuando como material estabilizante o pozolánico. Investigaciones recientes han demostrado que la adición de entre 1% y 5% en peso ceniza de eucalipto puede:

- Incrementar la resistencia de ladrillos, favorecer la formación de productos de reacción cementantes durante la cocción o fraguado.

- Reducir la absorción de agua, gracias a una estructura más compacta del ladrillo, lo que incrementa su durabilidad y resistencia frente a ciclos de humedad-sequedad.
- Mejorar la trabajabilidad y adherencia del mortero cuando la ceniza es empleada en la mezcla con cemento y arena Estrada et al., (2024).

En una investigación aplicada al mortero de asentamiento, se observó que una mezcla con 1% de ceniza de eucalipto logró una resistencia de 19.2 MPa en 28 días, superando ampliamente el valor obtenido por el mortero patrón sin adición (14.7 MPa), lo que evidencia una mejora del 30.6% en la resistencia Estrada et al., (2024).

2.2.3.3 Beneficios ambientales y sociales

La incorporación de ceniza de eucalipto en materiales de construcción representa una estrategia eficaz dentro del enfoque de economía circular, al valorizar un residuo de biomasa y reducir la presión sobre los ecosistemas naturales. Entre los principales beneficios ambientales se pueden mencionar:

- Reducción de residuos sólidos y menor carga contaminante en los suelos o fuentes de agua.
- Disminución en el uso de cemento portland, cuya fabricación es altamente emisora de gases de efecto invernadero (GEI), especialmente CO_2.
- Disminución en la explotación de arcilla natural, lo que evita la degradación de suelos agrícolas y de interés ecológico Campos, (2020).

Desde el punto de vista social, su uso promueve el desarrollo de tecnologías apropiadas y accesibles para comunidades rurales, quienes pueden aprovechar residuos locales para mejorar la calidad de sus materiales de construcción, generando viviendas más duraderas y resistentes.

2.2.3.4 Consideraciones técnicas y limitaciones

Aunque los beneficios del uso de ceniza de eucalipto son numerosos, su implementación requiere atender ciertos aspectos técnicos. Es fundamental:

- Evaluar la pureza de la ceniza, evitando residuos de combustibles contaminantes o mezclas con otros tipos de biomasa.
- Controlar la granulometría mediante tamizado o molienda, de forma que se obtenga una ceniza lo suficientemente fina para reaccionar efectivamente con los compuestos del cemento o la arcilla.
- Realizar ensayos normalizados, como resistencia, absorción de agua, y estabilidad dimensional, para validar su desempeño según las normativas técnicas nacionales, como la NTP E.070.

2.2.4 Propiedades Físicas y Mecánicas

Se encuentran entre los elementos básicos de albañilería; por ello, deben proporcionar parámetros técnicos específicos que determinen su eficiencia estructural y durabilidad con respecto a las condiciones de trabajo y a otros materiales de construcción. En particular, respecto a la evaluación del valor de rasgos fisicomecánicas de los ladrillos hechos a mano /método de fabricación semiindustrial (ladrillo hecho a mano), debe evaluarse para el caso de garantía de calidad final. De lo contrario, esto puede comprometer la calidad de las edificaciones si no se realiza correctamente. (SENCICO, 2021).

Para evaluar la aptitud de los ladrillos en obras de albañilería estructural o no estructural, se consideran diversas propiedades físicas (como la absorción de agua, alabeo y succión) y mecánicas (como la resistencia a la compresión). Estas propiedades permiten determinar si los elementos cumplen con los criterios establecidos por la Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería, así como por normas complementarias internacionales como la ASTM C67.

2.2.4.1 Resistencia a la compresión

Este parámetro es clave para el diseño estructural, ya que los muros de albañilería se encuentran sometidos principalmente a cargas axiales verticales.

Para medirla, se somete el ladrillo a una carga gradual en una prensa hidráulica hasta su falla. El valor se dice en unidades de presión, como kg/cm² o MPa. Según la Norma E.070, ladrillos artesanales deben tener un aguante mínimo de 50 kg/cm² (5 MPa) para utilizados muros portantes. Valores inferiores limitan su uso a elementos no estructurales como tabiques o cerramientos (SENCICO, 2021).

La resistencia está influenciada por varios factores:

- Composición de la mezcla (tipo de arcilla, aditivos);
- Tiempo y temperatura de cocción;
- Densidad y porosidad;
- Homogeneidad del moldeado.

Estudios recientes demuestran que la incorporación de ciertos residuos como lodo residual o ceniza vegetal en proporciones controladas puede incluso mejorar esta propiedad, debido a la formación de compuestos cementantes adicionales Estrada et al., (2024).

2.2.4.2 Absorción de agua

Indica la porosidad del ladrillo, reflejando su capacidad para absorber humedad del ambiente o del mortero durante el proceso constructivo. Se determina sumergiendo completamente el ladrillo en agua por 24 horas y midiendo la diferencia de peso respecto al estado seco.

Una alta absorción está relacionada con una estructura porosa o cocción incompleta, lo que puede afectar la durabilidad del material, facilitar el ingreso de agua y sales, y provocar degradaciones por ciclos de humedad-sequedad. Según la Norma E.070, los ladrillos no deben tener una absorción superior al 20% del peso seco (SENCICO, 2021).

La reducción de la absorción de agua es un objetivo común al incorporar aditivos minerales como la ceniza de eucalipto, ya que estos materiales pueden disminuir la porosidad y sellar microgrietas, mejorando así el comportamiento frente a la humedad Campos, (2024).

2.2.4.3 Alabeo y variación dimensional

El alabeo es la curvatura o deformación que puede presentar un ladrillo en alguna de sus caras, lo cual altera su geometría ideal. Por otro lado, la variación dimensional se relata a las desviaciones de extensiones nominales (largo, ancho y alto) especificadas por el fabricante o norma.

Estas propiedades se evalúan con reglas milimetradas o instrumentos de medición precisa, y son especialmente importantes para garantizar una buena modulación, alineamiento correcto en obra y uniformidad en el asentamiento con mortero.

La Norma E.070 establece que:

- El alabeo no debe superar los 3 mm en ninguna de las caras del ladrillo;
- La variación dimensional debe mantenerse dentro del ±3% de las medidas nominales (SENCICO, 2021).

Las deformaciones excesivas pueden deberse a secado desigual, mezclas con humedad inadecuada, o cocción no uniforme. Estos defectos dificultan la correcta ejecución del aparejo y generan tensiones internas que pueden comprometer la estabilidad del muro.

2.2.4.4 Succión superficial

La succión superficial mide la velocidad con la que el ladrillo absorbe agua en contacto con su cara expuesta durante los primeros minutos. Es un parámetro fundamental para evaluar la adherencia entre ladrillo y mortero, ya que una succión demasiado rápida extrae el agua del mortero, afectando su trabajabilidad, fraguado y resistencia final.

Se mide colocando una cara del ladrillo en una bandeja con agua por un tiempo específico (1 a 5 minutos) y calculando el incremento de masa por unidad de área. Un nivel adecuado de succión permite que el mortero mantenga su humedad el tiempo suficiente para fraguar correctamente.

En ladrillos demasiado porosos, se recomienda humedecer previamente las piezas antes del asentado para evitar la pérdida de agua del mortero.

2.2.4.5 Densidad, porosidad y otras propiedades complementarias

Otras propiedades relevantes en la caracterización técnica de los ladrillos incluyen:

- **Densidad aparente y real:** valores que permiten calcular el peso del ladrillo y su impacto sobre la carga total de la estructura. Ladrillos con mayor densidad tienden a ser más resistentes, pero también más pesados.
- **Porosidad abierta y cerrada:** influyen en la capacidad de absorción, permeabilidad y durabilidad del material. Un equilibrio entre porosidad y resistencia es clave en zonas húmedas o de alta exposición a agentes agresivos.
- **Conductividad térmica:** los ladrillos con mayor porosidad retienen mejor el calor y proporcionan mejor aislamiento térmico, útil en zonas frías o cálidas.
- **Contenido de sales solubles:** una elevada concentración puede generar eflorescencias y degradación superficial del muro.

Estas propiedades suelen evaluarse con base en metodologías normalizadas como la ASTM C67 y las normas ISO relacionadas con materiales cerámicos Estrada et al., (2024).

2.2.4.6 Implicancia normativa y control de calidad

El cumplimiento de los valores mínimos y máximos permitidos para cada una de estas propiedades es esencial para avalar la seguridad de la edificación. La Norma Técnica E.070 – Albañilería constituye el marco regulador principal en el Perú y especifica los métodos de ensayo y los parámetros deben efectuar los ladrillos para uso estructural o no estructural.

El control de calidad debe realizarse tanto en las etapas de creación (selección de materia prima, moldeado, secado y cocción) como en el producto terminado (medición, muestreo y ensayo). En el caso de ladrillos artesanales, es indispensable implementar protocolos de validación técnica para compensar la falta de industrialización y mejorar la confiabilidad del material (SENCICO, 2021).

2.2.5 Normativa Técnica: Norma E.070 Albañilería

Es un instrumento técnico-reglamentario fundamental en el ámbito de la ingeniería civil y la construcción en el Perú. Para estructuras construidas mediante sistemas de albañilería estructural o confinada, este documento sirve como complemento de las Normas de Edificación Nacionales (RNE), exigiendo el cumplimiento obligatorio en todo el territorio nacional. La intención principal de esta norma es establecer requisitos mínimos para el proceso de diseño y construcción en lo relativo a la calidad de los materiales, la seguridad y la durabilidad en las estructuras de albañilería. (SENCICO, 2021).

En un contexto donde la construcción con ladrillos artesanales sigue siendo una práctica común en zonas rurales y urbano-marginales del país, esta norma adquiere una importancia especial. Permite garantizar que, aun empleando técnicas tradicionales o materiales alternativos, se mantenga la seguridad estructural de las edificaciones frente a amenazas como sismos, humedad o sobrecargas de uso.

Alcance y aplicación de la norma

La Norma E.070 regula los siguientes aspectos fundamentales:

- Criterios de diseño estructural para edificaciones de albañilería portante, confinada y armada;
- Especificaciones técnicas para la calidad de los materiales: ladrillos, morteros, refuerzos metálicos y elementos de confinamiento;
- Métodos de ensayo y procedimientos de verificación de propiedades físico-mecánicas;
- Determinación de cargas, coeficientes sísmicos, combinaciones de carga y factores de seguridad;
- Detallado de muros, juntas, confinamientos y anclajes, necesarios para el adecuado comportamiento estructural.

La norma es aplicable tanto a construcciones nuevas como a refuerzos estructurales de edificaciones existentes, siempre que se utilicen sistemas de albañilería como elementos resistentes principales. Su cumplimiento es supervisado por las municipalidades, ingenieros responsables y entidades técnicas como el SENCICO.

Requisitos para los ladrillos según la E.070

Dentro de la Norma E.070, uno de los capítulos más relevantes es el que especifica los requisitos físicos y mecánicos que deben cumplir los ladrillos, sean estos de tipo artesanal, prensado o industrial. Estos requisitos son imprescindibles para garantizar la resistencia y estabilidad del sistema de albañilería.

Tabla 2

Valores establecidos por la norma.

Propiedad evaluada	Valor normativo mínimo o máximo	Norma de referencia
Resistencia a compresión	≥ 50 kg/cm² (5 MPa)	NTP 331.026
Absorción de agua (24 h)	≤ 20% del peso seco	ASTM C67
Alabeo máximo permitido	≤ 3 mm	NTP 399.613
Variación dimensional permitida	± 3% respecto a las dimensiones	NTP 399.604

Nota. Adaptado de SENCICO (2021)

La norma admite la utilización de materiales alternativos, como ladrillos elaborados con residuos orgánicos, cenizas vegetales o subproductos industriales, siempre que los ensayos de laboratorio certifiquen el cumplimiento de los parámetros establecidos.

Aceptación de materiales no convencionales

Uno de los aspectos más relevantes de la Norma E.070 es su apertura a la innovación y sostenibilidad, al permitir el uso de ladrillos no tradicionales, tales como los fabricados con lodo de aguas residuales, ceniza de eucalipto u otros residuos valorizables. Sin embargo, la aceptación de estos materiales está condicionada a que sus propiedades físicas y mecánicas cumplan con tipos requeridos por normativa y que se realicen ensayos estandarizados en laboratorios acreditados (SENCICO, 2021).

De este modo, la norma incentiva el uso responsable de nuevas tecnologías constructivas sin comprometer la seguridad estructural, alineándose con los principios de la construcción sostenible y economía circular promovidos a nivel internacional.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Ladrillo artesanal

Material de construcción producido manualmente a partir de arcilla, agua y, casos, aditivos orgánicos o residuos. Su producción se realiza comúnmente en zonas rurales o periurbanas, completo a su bajo costo y disponibilidad local de materia prima. No obstante, su calidad varía considerablemente según los controles aplicados durante el secado y la cocción. Este tipo de ladrillo presenta ventajas en accesibilidad, pero requiere evaluaciones rigurosas para garantizar su seguridad estructural.

2.3.2 Lodo de aguas residuales

Un subproducto de las plantas de tratamiento municipales e industriales, que consiste en materia orgánica, minerales y nutrientes. Antes de la fabricación de ladrillos, este material debe tratarse (secarse/fijarse) y luego puede utilizarse como aditivo. Esta presencia modifica las propiedades, pero ofrece ventajas técnicas y medioambientales, como porosidad que puede sustituirse, densidad o resistencia. Diversos estudios han comprobado que proporciones menores al 10 % pueden mejorar las propiedades del ladrillo. Además, su reutilización reduce el volumen de residuos a disposición final.

2.3.3 Ceniza de eucalipto

Es la ceniza de quema de madera de olivo, que a menudo se utiliza como base para pequeños hornos de ladrillo hechos a mano. Además, contiene minerales, incluido el óxido de calcio, el silicio y el aluminio, que aportan propiedades puzolánicas para crear compuestos cementantes. El uso de entre un 1% y un 5% de polvo de arcilla añadido a las mezclas de ladrillo puede aumentar la resistencia mecánica, disminuir la absorción de agua y hacer que el ladrillo sea más duradero. Además, representa una estrategia sostenible para valorizar residuos y reducir la huella ecológica en la construcción.

2.3.4 Propiedades físicas

Estas propiedades afectan la estabilidad dimensional, la resistencia a la humedad y la adherencia al mortero de colocación. Un caso de ello es la alta absorción, que podría provocar la degradación o la pérdida de la resistencia de la adherencia. Para que un ladrillo sea considerado adecuado, estas propiedades deben estar dentro de los límites establecidos por normas técnicas como la E.070. El control físico asegura una mejor calidad constructiva y mayor durabilidad del muro.

2.3.5 Propiedades mecánicas

Depende de la composición, densidad y cocción del ladrillo. Según la norma E.070, los ladrillos artesanales deben alcanzar al menos 50 kg/cm² para ser usados estructuralmente. Mejores resultados pueden lograrse mediante el uso de aditivos como ceniza o lodo, que generan productos cementantes durante la cocción. El cumplimiento de estas propiedades es clave para la seguridad de edificaciones en zonas sísmicas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación

Según Hernandez et al., (2020). El enfoque cuantitativo se asienta esencialmente sobre la objetividad en las medidas que ofrecen números y en la confirmación de hipótesis a partir de la recolección de datos y su análisis estadístico, dado que busca poder llegar a una generalización de los resultados. Está asociado al ejemplo positivista y utiliza una causa razonada para exponer, predecir y controlar fenómenos.

El enfoque planteado es el cuantitativo el estudio se basa recolección y análisis de datos numéricos logrados mediante la realización ensayos de laboratorio, permitiéndote así la medición objetiva del efecto que conlleva la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto sobre las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales.

3.2 Tipo de la investigación

Según Hernandez et al., (2020), La investigación aplicada tiende a remediar problemas prácticos al aplicar los conocimientos científicos a la elaboración de aplicaciones, estrategias o modelos que tengan un uso práctico en la realidad social.

El tipo de investigación es aplicada, tiene fin resolver un problema de la producción de ladrillos artesanales en Juliaca mediante la propuesta de utilización de residuos como

insumos alternativos. En suma, la investigación aplicada desarrollada se orienta a la producción de conocimientos útiles que favorece de un modo práctico su transferencia a la industria local, al mismo tiempo que puede mejorar los procesos de producción.

3.3 Nivel de la Investigación

Según Arias (2021, p. 72), El nivel explicativo plantea el motivo de los hechos, creando tipos de relaciones de tipo causa-efecto entre las variables. Los contenidos obtenidos forman el nivel más profundo de conocimiento, ya que permite averiguar las causas y explicaciones de los fenómenos analizados.

El nivel de investigación es explicativo. Este nivel se caracteriza por analizar las causas y efectos de un fenómeno, en este caso, el impacto de inclusión de lodo y ceniza en cualidades del ladrillo artesanal. El objetivo es identificar relaciones de causalidad y explicar cómo y por qué los aditivos modifican los rasgos físicas y mecánicas del material.

3.4 Diseño de la Investigación

Según Hernandez et al., (2020), La investigación experimental consiste en someter a un objeto o grupo a condiciones controladas, manipulando variables independientes para observar sus efectos en las variables dependientes, permitiendo establecer relaciones causales.

El diseño de investigación es experimental. Se manipula intencionalmente la variable independiente (% de lodo o ceniza) en diferentes grupos de ladrillos, incluyendo un grupo control y varios grupos experimentales, ver y calcular los cambios en variables dependientes (cualidades físicas y mecánicas).

3.5 Método de la Investigación

Según Ruiz (2019) La investigación experimental se basa en aplicar a un objeto o grupo determinadas condiciones en el laboratorio, controlando y manipulando variables

independientes para ver sus útiles sobre variables dependientes, lo que permite poder establecer finalmente relaciones causales.

El método de investigación es el método científico experimental. Consiste en la formulación de hipótesis, la elaboración de muestras de ladrillos con desiguales porciones de aditivos, la realización de ensayos laboratorio (absorción, succión, resistencia a compresión, alabeo, variación dimensional) y el análisis estadístico de resultados. Este método asegura la objetividad, reproducibilidad y validez de encuentros, permitiendo fundamentar desenlaces sólidos y acomodos técnicas para la ingeniería civil.

3.6 Población y Muestra

3.6.1 Población

Según Hernandez et al., (2020, pág. 165) En el contexto de una investigación, la población se refiere al conjunto de personas o elementos que son objeto de estudio y que comparten características similares. El término «población» alude al grupo de personas a quienes se pretende generalizar los resultados de la investigación.

La población objeto de estudio está conformada por los ladrillos artesanales fabricados en el distrito de Juliaca, los cuales sirven como base para el análisis de sus propiedades físicas y mecánicas. Estos ladrillos fueron seleccionados por representar la producción local, con características propias de la región.

3.6.2 Muestra

Según Hernandez et al., (2020, pág. 173). Como subconjunto de la población, caracterizan la muestra como tal. Es posible generalizar los hallazgos obtenidos con cierto grado de seguridad, ya que este grupo fue seleccionado de manera que sus características sean típicas de la población.

La muestra está compuesta por los ladrillos fabricados en laboratorio bajo condiciones controladas. Para cada combinación de aditivos, se utilizaron materiales de

origen local, aplicando las proporciones específicas de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto previamente definidas. En total, se prepararon un mínimo de cinco muestras por cada combinación, con fin de avalar la representatividad, confiabilidad y validez de resultados logrados, permitiendo una evaluación precisa del comportamiento de los ladrillos bajo las condiciones experimentales establecidas.

3.7 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.7.1 Técnicas de recolección de datos

Se emplearon diversas técnicas que permitieron obtener información precisa sobre las propiedades físicas y mecánicas. Las principales técnicas utilizadas fueron:

- **Observación directa:** Permite la verificación de las condiciones de fabricación de los ladrillos y su comportamiento en el proceso de prueba.
- **Medición:** Se realizó la medición de parámetros específicos como la absorción de agua, succión y resistencia, entre otros.
- **Ensayos de laboratorio:** Se llevaron a cabo ensayos controlados para evaluar las peculiaridades físicas y mecánicas de los ladrillos con aditivos estudiados, siguiendo los procedimientos estándar de la industria.

3.7.2 Instrumentos de recolección de datos.

Los siguientes instrumentos fueron utilizados para garantizar la exactitud en el cálculo de las propiedades de los ladrillos durante el proceso experimental:

- **Balanza digital:** Utilizada para medir con alta precisión el peso de los materiales y muestras.
- **Horno artesanal:** Empleado para la determinación de la humedad y secado de los ladrillos bajo condiciones controladas.
- **Moldes para ladrillos:** Utilizados para darle forma a los ladrillos en las proporciones adecuadas, asegurando la uniformidad en cada muestra.

- **Probeta:** Instrumento utilizado para medir el volumen y calcular la densidad de los ladrillos.
- **Prensa hidráulica:** Usada para realizar el ensayo de resistencia a la compresión, determinando la capacidad de carga de los ladrillos bajo condiciones específicas.
- **Reglas y calibradores:** Herramientas precisas para medir las dimensiones de los ladrillos y verificar la uniformidad en el proceso de fabricación.

3.8 Procedimiento para la recolección de datos.

3.8.1 Desarrollo de plan de investigación

Para la evaluación de peculiaridades físicas y mecánicas de los ladrillos artesanales hechos con lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto se desarrolló en varias etapas bien definidas, con fin de avalar la validez y precisión de resultados

1. Recolección y Preparación de Materiales

Los materiales es una de las etapas más críticas en el proceso, ya que garantiza la calidad de las muestras para los ensayos posteriores. Para la fabricación de los ladrillos, se utilizaron los siguientes materiales:

- **Arcilla local:**

La arcilla utilizada en esta investigación fue extraída de fuentes locales situadas en el distrito de Juliaca. Se seleccionó la arcilla de la zona debido a su disponibilidad y porque presenta características típicas de los materiales usados tradicionalmente en la fabricación de ladrillos en esta región. Se realizó una evaluación preliminar de la calidad de la arcilla mediante pruebas de plasticidad y granulación, para asegurar que cumpliera con los estándares.

- **Lodo de aguas residuales:**

El lodo fue obtenido de las plantas de tratamiento de aguas residuales cercanas, específicamente de las zonas urbanas de Juliaca. Se evaluó su composición química y física para determinar que su uso en la mezcla no afectaría negativamente las propiedades

finales del ladrillo. El lodo fue secado previamente para reducir su contenido de humedad y facilitar su incorporación a la mezcla sin alterar la textura y propiedades de la arcilla.

Figura 1

Procesamiento del lodo agua residual.



- **Ceniza de eucalipto:**

La ceniza fue recolectada de la quema controlada de residuos de eucalipto, una especie comúnmente utilizada en la región para fines de construcción y otros usos industriales. La ceniza fue tamizada para eliminar impurezas y asegurar que sólo las partículas finas fueran utilizadas en la mezcla, ya que las partículas gruesas podrían afectar las cualidades físicas y mecánicas del ladrillo.

La correcta recolección y preparación de estos materiales es esencial para lograr ladrillos de alta eficacia, por lo que se tomó especial cuidado en garantizar que todos los ingredientes estuvieran libres de contaminantes y adecuados para su uso.

Figura 2

Procesamiento de ceniza de eucalipto.



2. Elaboración de Mezclas

En esta etapa, los materiales preparados fueron combinados siguiendo una proporción definida de acuerdo con el diseño experimental. Las mezclas fueron formuladas en diferentes proporciones de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto, en combinación con arcilla local. Los porcentajes de cada uno de los aditivos se determinaron previamente para posteriormente evaluar el efecto que tiene en cuanto a sus particularidades físicas y mecánicas, a fin de dar con una fórmula que maximice la resistencia y durabilidad de los ladrillos sin comprometer las demás propiedades que son importantes durante la obtención de las piezas.

- **Mezcla de materiales:**

Los materiales fueron mezclados de manera homogénea en un proceso manual, garantizando que la distribución del lodo y la ceniza fuera uniforme. Esto es crucial, ya que una mezcla no homogénea podría generar inconsistencias en las propiedades de los ladrillos. La mezcla se continuó hasta que se alcanzó una consistencia adecuada para el vaciado de ladrillos.

Figura 3

Preparación de la mezcla.



- **Moldeo manual de ladrillos:**

Una vez obtenida la mezcla homogénea, los ladrillos fueron moldeados manualmente utilizando moldes metálicos de dimensiones estándar. Cada ladrillo fue moldeado de manera cuidadosa para asegurar que su forma y tamaño fueran consistentes en todas las muestras. Este proceso manual se adoptó para simular las condiciones de fabricación tradicionales, características de la producción local en Juliaca.

Es importante señalar que cada combinación de materiales (arcilla, lodo y ceniza) se replicó en al menos cinco muestras para asegurar la representatividad y confiabilidad de los resultados experimentales. Las muestras se dejaron reposar durante un tiempo determinado para permitir que la mezcla tomara la forma final.

Figura 4

Moldeo de las muestras de ladrillo.



3. Cocción de los Ladrillos

Es un paso esencial en producción de ladrillos artesanales, ya que este proceso establece sus peculios físicos y mecánicas, como la resistencia, la durabilidad y la estabilidad dimensional. En esta investigación, se empleó un horno artesanal diseñado específicamente para simular las condiciones de cocción de los ladrillos en el distrito de Juliaca.

- **Proceso de secado:**

Los ladrillos fueron secados a temperatura ambiente durante un período determinado antes de ser introducidos en el horno. Este paso fue necesario para reducir el contenido de humedad residual, evitando que el ladrillo se agrietara o deformara durante la cocción.

- **Cocción controlada:**

La cocción se realizó en un horno artesanal con control de temperatura, de manera que los ladrillos se sometieran a una exposición gradual al calor. El proceso de cocción se

llevó a cabo a temperaturas que oscilaban entre 800°C y 1000°C, en línea con las prácticas tradicionales de fabricación de ladrillos en la región. El tiempo de exposición al calor fue cuidadosamente monitorizado para garantizar que los ladrillos alcanzaran la dureza adecuada sin sufrir daños o deformaciones.

4. Ensayos de Laboratorio

Estos ensayos fueron esenciales para determinar cómo la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto impacta las propiedades del ladrillo, con el fin de identificar las mejores proporciones de aditivos que optimicen sus características.

PROPIEDADES FÍSICAS:

Absorción de agua:

Se realizó un ensayo de absorción de agua para medir la cantidad exacta de agua que los ladrillos fueron capaces de absorber en un tiempo determinado. Este ensayo se llevó a cabo mediante un proceso de saturación controlada, en el que los ladrillos fueron completamente sumergidos en agua durante un período específico y luego pesados para determinar el volumen de agua absorbido.

Figura 5

Absorción de las muestras de ladrillo.



Succión:

Se midió la velocidad de succión del ladrillo mediante un ensayo de succión controlada. Este procedimiento permitió evaluar la rapidez con la que el ladrillo es capaz de absorber agua desde una superficie mojada, lo cual es importante para determinar su comportamiento frente a la humedad. La succión influye directamente en la durabilidad del ladrillo, ya que una alta succión puede causar fisuras o deformaciones debido a la absorción excesiva de agua.

Alabeo y Variación Dimensional:

Se evaluó el cambio dimensional y el alabeo de los ladrillos a largo del proceso de secado y cocción; estos ensayos trataban de medir las variaciones en la dimensión del ladrillo (alto, ancho y largo) y los desplazamientos o deformaciones que los ladrillos sufrieron en el proceso de secado; el alabeo y la variación dimensional constituyen características significativas desde un punto de vista de la calidad y la homogeneidad del ladrillo, dado que deformaciones importantes pueden afectar su rendimiento en la construcción.

Figura 6

Alabeo y variación de muestras de ladrillo.



Propiedades Mecánicas

Resistencia a la compresión:

Este proceso consistió en aplicar una carga progresiva sobre el ladrillo hasta que se rompiera. La resistencia es señal clave de cabida que tiene un ladrillo para aguantar las cargas estructurales exigidas y resulta determinante para saber si un ladrillo cumple con lo que se le demande en cuanto resistencia.

Figura 7

Resistencia a compresión de muestras de ladrillo.



3.9 Procesamiento de datos

Para facilitar la interpretación de los datos proporcionados por los ensayos, se desarrollará un análisis de los distintos ensayos con tablas, gráficos y promedios. Este tipo de análisis permite evaluar el efecto de los distintos aditivos (lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto) sobre los peculios físicas y mecánicas de ladrillos. Se buscará así determinar, por medio del análisis nombrado, el porcentaje que maximiza la resistencia a la compresión y que manteniendo una calidad apta según las propiedades físicas (absorción, succión, alabeo, variación dimensional, etc.).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados.

Se presenta resultados experimentales logrados de ensayos de laboratorio ejecutados conforme al diseño metodológico descrito en el Capítulo III. Esta sección organiza la información de manera sistemática según los objetivos específicos de la investigación, iniciando con peculios físicas y mecánicas del ladrillo artesanal convencional como línea base referencia.

Se detalla posteriormente el análisis de cualidades físicas modificadas por la adición controlada de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto, evaluando parámetros estandarizados como absorción de agua, succión superficial, alabeo y variación dimensional. Finalmente, son analizadas las propiedades mecánicas, haciendo especial hincapié en la resistencia a compresión medida por medio de ensayos uniaxiales.

La exhibición de los datos, es acompañada por tablas que describen tales datos, gráficas de tendencia y análisis comparativo con respecto a la NTP 399.002, la E.070 de Albañilería.

La discusión siguiente integra los resultados con el marco teórico y antecedentes, permitiendo la interpretación de los efectos observados y su significado práctico para la producción sostenible en Juliaca.

Ensayo Granulometría

Tabla 3

Tamizado del material.

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/4"	0,00	0,00	0,00	**100,00**
1/2"	13,25	2,65	2,65	**97,35**
1/4"	8,62	1,72	4,37	**95,63**
No10	32,65	6,53	10,90	**89,10**
No20	29,68	5,94	16,84	**83,16**
No40	38,62	7,72	24,56	**75,44**
No100	45,62	9,12	33,69	**66,31**
No200	83,62	16,72	50,41	**49,59**
BASE	247,94	49,59	100,00	0,00
TOTAL	500,00	100,00		
% PERDIDA	49,59			

Se observa que el 49.59 % del material pasa el tamiz N°200, lo que indica un alto contenido de finos.

LÍMITE DE CONSISTENCIA

Tabla 4

Límites de Atterberg.

LÍMITES DE ATTERBERG			
Muestra	**LL (%)**	**LP (%)**	**IP (%)**
M-1	29.21	20.13	9.08

Se determinó un límite líquido (LL) de 29.21 %, un límite plástico (LP) de 20.13 % y un índice plástico (IP) de 9.08 %.

HUMEDAD

Tabla 5

% de humedad.

% HUMEDAD	
Muestra	**Humedad (%)**
M-01	9.67

El valor obtenido fue de 9.67 %, lo cual representa la cantidad de agua presente en el suelo respecto a peso seco.

4.1.1 Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal.

Absorción

Tabla 6

Ladrillo artesanal (Absorción).

Nº	MUESTRA	% ABSORCIÓN
1	LADRILLO ARTESANAL	17,87
2	LADRILLO ARTESANAL	17,83
3	LADRILLO ARTESANAL	17,86
4	LADRILLO ARTESANAL	17,84
5	LADRILLO ARTESANAL	17,85
	Promedio	17.85

Se muestra los resultados del ensayo de absorción de agua realizado en cinco muestras de ladrillo artesanal. Los porcentajes de absorción varían ligeramente entre las muestras, con un promedio general de 17.85%. Este valor refleja la porosidad del material, lo que indica la capacidad del ladrillo artesanal para absorber agua. Estos resultados son relevantes para entender las cualidades físicas y mecánicas.

Succión

Tabla 7

Ladrillo artesanal (Succión).

Nº	MUESTRA	SUCCION (gr/min/200 cm²)
1	LADRILLO ARTESANAL	11,29
2	LADRILLO ARTESANAL	11,21
3	LADRILLO ARTESANAL	12,00
4	LADRILLO ARTESANAL	11,87
5	LADRILLO ARTESANAL	11,30
	PROMEDIO	11,54

Se observa que la succión promedio es de 11,54 gr/min/200 cm², lo que permite evaluar la cabida de absorción de agua del material.

Variación dimensional

Tabla 8

Variación de medida - ladrillo artesanal (alto)

Nº	Alto (cm)	
	Promedio	**V (%)**
M-1	7,00	0,04
M-2	7,00	0,00
M-3	7,00	0,04
M-4	7,00	0,00
M-5	7,00	0,04
	Promedio de la variación	**0.02**

Se presenta la variación dimensional en cuanto a su altura, donde se observa que todas las muestras tienen un valor constante de 7,00 cm. La variación es mínima, con media de 0,02%. Esto indica una estabilidad en las dimensiones del ladrillo, con una variación máxima de 0,04%. Los resultados reflejan la consistencia del material en cuanto a su tamaño.

Tabla 9

Variación de medida - ladrillo artesanal (ancho)

Nº	Ancho (cm)	
	Promedio	**V (%)**
M-1	11,00	0,02
M-2	11,01	0,05
M-3	11,00	0,02
M-4	11,00	0,00
M-5	11,00	0,02
	Promedio de la variación	**0.02**

El cambio en la medida del ancho de los ladrillos artesanales, con un promedio constante de 11,00 cm en todas las muestras, excepto en la muestra M-2, que tiene un valor de 11,01 cm. La variación es mínima, con media de 0,02% y una variación máxima de 0,05%. Estos resultados indican una alta estabilidad en las dimensiones del ancho del ladrillo.

Tabla 10

Variación de medida - ladrillo artesanal (largo)

Nº	Largo (cm)	
	Promedio	V (%)
M-1	21,00	0,01
M-2	21,01	0,02
M-3	21,01	0,02
M-4	21,00	0,00
M-5	21,00	0,01
	Promedio de la variación	**0.01**

El cambio en la medida del largo de los ladrillos artesanales, con un valor promedio de 21,00 cm en la mayoría de las muestras, excepto en las muestras M-2 y M-3, que tienen 21,01 cm. La variación porcentual es mínima, con un promedio de 0,01% y una variación máxima de 0,02%. Estos resultados reflejan una gran estabilidad en las dimensiones del largo del ladrillo.

Alabeo

Tabla 11

Ladrillo artesanal (Alabeo).

N°	LADRILLO	C - A		C - B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Promedio (mm)		1,48	1,50	1,50	1,52
Desviación media cóncava (mm)			1,49		
Desviación media convexa (mm)			1,51		
Alabeo media (mm)			1,50		

El alabeo del ladrillo artesanal en ambas caras (A y B), mostrando los valores promedio de concavidad y convexidad. Los valores de alabeo varían entre 1,48 mm y 1,52 mm, con un alabeo medio general de 1,50 mm. Estos resultados permiten evaluar la deformación superficial del ladrillo, un parámetro clave para determinar su calidad y desempeño en obra.

Resistencia a compresión

Tabla 12

Ladrillos control (Resistencia).

Nº	Muestras	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	Ladrillo Artesanal	10350	44.59
2	Ladrillo Artesanal	10700	46.97
3	Ladrillo Artesanal	11000	48.04
4	Ladrillo Artesanal	10900	48.06
5	Ladrillo Artesanal	11300	48.92
	Promedio (F´b) kg/cm2		**47.32**

Se observa que la carga de rotura varía entre 44,59 y 48,92 kg/cm², promedio de 47,32 kg/cm². Estos valores acceden analizar la cabida mecánica del ladrillo artesanal, fundamental para su uso en elementos estructurales.

4.1.2 Propiedades físicas del ladrillo artesanal con la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas.

4.1.2.1 Ladrillos + lodos de aguas residuales.

ENSAYO DE ABSORCIÓN

Tabla 13

Ladrillos + lodo de aguas residuales 1% (Absorción).

Nº	MUESTRA	% ABSORCIÓN
1	LADRILLO + 1% L.A.R.	17,52
2	LADRILLO + 1% L.A.R.	17,51
3	LADRILLO + 1% L.A.R.	17,51
4	LADRILLO + 1% L.A.R.	17,50
5	LADRILLO + 1% L.A.R.	17,49
	Promedio	17.51

Los porcentajes de absorción varían entre 17,49% y 17,52%, con un promedio de 17,51%. Estos resultados indican que la adición del lodo de aguas residuales no genera grandes cambios en la capacidad de absorción del ladrillo.

Tabla 14

Ladrillos + lodo de aguas residuales 3% (Absorción).

Nº	MUESTRA	% ABSORCIÓN
1	LADRILLO + 3% L.A.R.	17,17
2	LADRILLO + 3% L.A.R.	17,15
3	LADRILLO + 3% L.A.R.	17,16
4	LADRILLO + 3% L.A.R.	17,14
5	LADRILLO + 3% L.A.R.	17,13
	Promedio	17.15

Se presenta los resultados del ensayo de absorción de agua en ladrillos artesanales con adición de 3% de lodo de aguas residuales, evaluando cinco muestras. Se detallan el peso seco, peso saturado y porcentaje de absorción, obteniendo un promedio de absorción de 17,15%.

Tabla 15

Ladrillos + lodo de aguas residuales 5% (Absorción).

Nº	MUESTRA	% ABSORCIÓN
1	LADRILLO + 5% L.A.R.	17,03
2	LADRILLO + 5% L.A.R.	17,01
3	LADRILLO + 5% L.A.R.	17,02
4	LADRILLO + 5% L.A.R.	17,00
5	LADRILLO + 5% L.A.R.	16,99
	Promedio	17.01

Se detallan peso seco, peso saturado y el porcentaje de absorción, obteniendo un promedio de absorción de 17,01%. La cabida de absorción hídrica, aspecto fundamental para su durabilidad y desempeño en aplicaciones constructivas.

ENSAYO DE SUCCIÓN

Tabla 16

Ladrillos + lodo de aguas residuales 1% (Succión).

Nº	MUESTRA	SUCCION (gr/min/200 cm²)
1	LADRILLO + 1% L.A.R.	12,90
2	LADRILLO + 1% L.A.R.	13,62
3	LADRILLO + 1% L.A.R.	12,80
4	LADRILLO + 1% L.A.R.	12,67
5	LADRILLO + 1% L.A.R.	13,72
	PROMEDIO	13,14

La succión varía entre 12,67 y 13,72 gr/min/200 cm², con promedio de 13,14 gr/min/200 cm². Estos permiten analizar la cabida de absorción del material en función de su succión, un factor relevante para evaluar su comportamiento en condiciones de humedad.

Tabla 17

Ladrillos + lodo de aguas residuales 3% (Succión).

Nº	MUESTRA	SUCCION (gr/min/200 cm²)
1	LADRILLO + 3% L.A.R.	13,71
2	LADRILLO + 3% L.A.R.	14,42
3	LADRILLO + 3% L.A.R.	14,40
4	LADRILLO + 3% L.A.R.	14,25
5	LADRILLO + 3% L.A.R.	15,34
	PROMEDIO	14,43

Se detallan los valores de peso seco, peso mojado, área y la succión en gr/min/200 cm², obteniendo un promedio de succión de 14,43. Estos datos permiten analizar la capacidad de absorción inicial de agua del material, aspecto relevante para su comportamiento.

Tabla 18

Ladrillos + lodo de aguas residuales 5% (Succión).

Nº	MUESTRA	SUCCION (gr/min/200 cm²)
1	LADRILLO + 5% L.A.R.	15,32
2	LADRILLO + 5% L.A.R.	15,22
3	LADRILLO + 5% L.A.R.	16,80
4	LADRILLO + 5% L.A.R.	15,83
5	LADRILLO + 5% L.A.R.	15,34
	PROMEDIO	15,70

Se detallan los valores de peso seco, peso mojado, área y la succión en gr/min/200 cm², obteniendo un promedio de succión de 15,70. Estos datos permiten analizar la capacidad de absorción inicial de agua del material, aspecto relevante para su comportamiento.

VARIACIÓN DIMENSIONAL

Tabla 19

Variación dimensional + lodo de aguas residuales.

MUESTRAS	ALTO (%)	ANCHO (%)	LARGO (%)
Ladrillo + lodo de aguas residuales 1%	0.26	0.13	0.08
Ladrillo + lodo de aguas residuales 3%	0.42	0.24	0.15
Ladrillo + lodo de aguas residuales 5%	0.65	0.45	0.23

Se observa que, al incrementar el porcentaje de lodo, aumentan las variaciones porcentuales en alto, ancho y largo de las muestras. Estos datos permiten evaluar el impacto del lodo en la estabilidad dimensional del ladrillo, aspecto relevante para su desempeño en aplicaciones constructivas.

ENSAYO ALABEO

Tabla 20

Alabeo del ladrillo + 1% lodo de aguas residuales.

N°	DESCRIPCIÓN	C - A		C - B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
	Promedio (mm)	1.58	1.60	1.60	1.62
	Desviación media cóncava (mm)		1.59		
	Desviación media convexa (mm)		1.61		
	Alabeo media (mm)		1.60		

El alabeo en diferentes muestras oscila entre 1,58 mm y 1,62 mm, con un alabeo medio general de 1,60 mm. Se detallan los valores de concavidad y convexidad para cada cara (A y B) del ladrillo. Estos resultados permiten evaluar la estabilidad superficial del ladrillo modificado, lo cual es esencial para su desempeño y durabilidad en aplicaciones constructivas. La variación mínima observada indica un buen comportamiento dimensional del material.

Tabla 21

Alabeo del ladrillo + 3% lodo de aguas residuales.

N°	DESCRIPCIÓN	C - A		C - B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
	Promedio (mm)	1.68	1.70	1.70	1.72
	Desviación media cóncava (mm)		1.69		
	Desviación media convexa (mm)		1.71		
	Alabeo media (mm)		1.70		

Los valores promedio de alabeo oscilan entre 1,68 mm y 1,72 mm, con una alabeo media general de 1,70 mm. Estos datos permiten analizar la estabilidad superficial del ladrillo modificado, aspecto relevante para su desempeño y durabilidad en aplicaciones constructivas.

Tabla 22

Alabeo del ladrillo + 5% lodo de aguas residuales.

N°	DESCRIPCIÓN	C - A		C - B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
	Promedio (mm)	1.78	1.80	1.80	1.82
	Desviación media cóncava (mm)		1.79		
	Desviación media convexa (mm)		1.81		
	Alabeo media (mm)		1.80		

Se observa que los valores promedio de alabeo oscilan entre 1,78 mm y 1,82 mm, con una alabeo media general de 1,80 mm. Estos datos permiten analizar la estabilidad superficial del ladrillo modificado, aspecto relevante para su desempeño y durabilidad en aplicaciones constructivas.

4.1.2.2 Ladrillo + Ceniza de eucalipto.

ABSORCIÓN

Tabla 23

Ladrillos + 2% ceniza de eucalipto (Absorción).

Nº	MUESTRA	% ABSORCIÓN
1	LADRILLO + 2% C.E.	17,41
2	LADRILLO + 2% C.E.	17,39
3	LADRILLO + 2% C.E.	17,40
4	LADRILLO + 2% C.E.	17,39
5	LADRILLO + 2% C.E.	17,38
	Promedio	17.39

Los porcentajes de absorción varían ligeramente entre 17,38% y 17,41%, con un promedio de 17,39%. Estos valores reflejan la capacidad de absorción del ladrillo modificado con ceniza de eucalipto. Los resultados son relevantes para evaluar el comportamiento del material con la adición de ceniza, un factor importante para su desempeño en aplicaciones constructivas.

Tabla 24

Ladrillos + 4% ceniza de eucalipto (Absorción).

Nº	MUESTRA	% ABSORCIÓN
1	LADRILLO + 4% C.E.	17,38
2	LADRILLO + 4% C.E.	17,37
3	LADRILLO + 4% C.E.	17,37
4	LADRILLO + 4% C.E.	17,36
5	LADRILLO + 4% C.E.	17,35
	Promedio	17.37

La absorción del ladrillo + 4% de ceniza de eucalipto. Los porcentajes de absorción varían ligeramente entre 17,35% y 17,38%, con un promedio de 17,37%. Estos valores muestran una capacidad de absorción bastante constante en las muestras.

Tabla 25

Ladrillos + 6% ceniza de eucalipto (Absorción).

Nº	MUESTRA	% ABSORCIÓN
1	LADRILLO + 6% C.E.	17,41
2	LADRILLO + 6% C.E.	17,40
3	LADRILLO + 6% C.E.	17,40
4	LADRILLO + 6% C.E.	17,39
5	LADRILLO + 6% C.E.	17,38
	Promedio	17.40

Los porcentajes de absorción varían entre 17,38% y 17,41%, con un promedio de 17,40%. Estos resultados reflejan una capacidad de absorción constante en las muestras. Los datos permiten evaluar el comportamiento del ladrillo con la adición de ceniza, un factor importante para su rendimiento en aplicaciones constructivas.

SUCCIÓN

Tabla 26

Ladrillos + 2% ceniza de eucalipto (Succión).

Nº	MUESTRA	SUCCION (gr/min/200 cm²)
1	LADRILLO + 2% C.E.	10,48
2	LADRILLO + 2% C.E.	11,21
3	LADRILLO + 2% C.E.	12,80
4	LADRILLO + 2% C.E.	11,08
5	LADRILLO + 2% C.E.	12,11
	PROMEDIO	11,54

Los valores de succión varían entre 10,48 y 12,80 gr/min/200 cm², con un promedio de 11,54 gr/min/200 cm². Estos datos reflejan la capacidad de succión del material modificado con ceniza, lo que es relevante para evaluar su comportamiento en condiciones de humedad. Los resultados ayudan a comprender el desempeño del ladrillo en aplicaciones constructivas.

Tabla 27

Ladrillos + 4% ceniza de eucalipto (Succión).

Nº	MUESTRA	SUCCION (gr/min/200 cm²)
1	LADRILLO + 4% C.E.	10,48
2	LADRILLO + 4% C.E.	9,61
3	LADRILLO + 4% C.E.	10,40
4	LADRILLO + 4% C.E.	10,29
5	LADRILLO + 4% C.E.	11,30
	PROMEDIO	10,42

Se detallan los valores de peso seco, peso mojado, área y la succión en gr/min/200 cm², obteniendo un promedio de succión de 10,42.

Tabla 28

Ladrillos + 6% ceniza de eucalipto (Succión).

Nº	MUESTRA	SUCCION (gr/min/200 cm²)
1	LADRILLO + 6% C.E.	9,68
2	LADRILLO + 6% C.E.	10,41
3	LADRILLO + 6% C.E.	10,40
4	LADRILLO + 6% C.E.	10,29
5	LADRILLO + 6% C.E.	9,69
	PROMEDIO	10,09

La succión del ladrillo artesanal con un 6% de ceniza de eucalipto. Los valores de succión varían entre 9,68 y 10,41 gr/min/200 cm², con un promedio de 10,09 gr/min/200 cm². Estos datos reflejan la cabida de succión del ladrillo reformado con ceniza.

VARIACIÓN DIMENSIONAL

Tabla 29

Variación dimensional + ceniza de eucalipto.

MUESTRAS	ALTO (%)	ANCHO (%)	LARGO (%)
Ladrillo + ceniza de eucalipto 2%	0.24	0.10	0.07
Ladrillo + ceniza de eucalipto 4%	0.44	0.23	0.14
Ladrillo + ceniza de eucalipto 6%	0.60	0.33	0.19

Se observa que, a medida que aumenta el porcentaje de ceniza, las variaciones porcentuales en altura, ancho y largo de las muestras también aumentan. Estos datos reflejan el impacto del contenido de ceniza en la estabilidad dimensional del ladrillo, un factor clave para su desempeño en aplicaciones constructivas.

ALABEO

Tabla 30

Ladrillos + 2% ceniza de eucalipto (Alabeo).

N°	DESCRIPCIÓN	C - A		C - B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
	Promedio (mm)	1,54	1,58	1,58	1,64
	Desviación media cóncava (mm)		1,56		
	Desviación media convexa (mm)		1,61		
	Alabeo media (mm)		1,59		

El alabeo en ladrillos + 2% de ceniza de eucalipto, evaluando las deformaciones cóncavas y convexas en ambas caras de las probetas. Se observa que los valores promedio de alabeo oscilan entre 1,54 mm y 1,64 mm, con una alabeo media general de 1,59 mm. Estos datos permiten analizar la estabilidad superficial del ladrillo modificado, aspecto relevante para su desempeño y durabilidad en aplicaciones constructivas.

Tabla 31

Ladrillos + 4% ceniza de eucalipto (Alabeo).

N°	DESCRIPCIÓN	C - A		C - B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
	Promedio (mm)	1,64	1,64	1,66	1,76
	Desviación media cóncava (mm)		1,65		
	Desviación media convexa (mm)		1,70		
	Alabeo media (mm)		1,68		

Se observa que los valores promedio de alabeo oscilan entre 1,64 mm y 1,76 mm, con una alabeo media general de 1,68 mm. Estos datos permiten analizar la estabilidad superficial del ladrillo modificado, aspecto relevante para su desempeño y durabilidad en aplicaciones constructivas.

Tabla 32

Ladrillos + 6% ceniza de eucalipto (Alabeo).

N°	DESCRIPCIÓN	C - A		C - B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
	Promedio (mm)	1,74	1,78	1,78	1,80
	Desviación media cóncava (mm)		1,76		
	Desviación media convexa (mm)		1,79		
	Alabeo media (mm)		1,78		

Se observa que los valores promedio de alabeo oscilan entre 1,74 mm y 1,80 mm, con una alabeo media general de 1,78 mm. Estos datos permiten analizar la estabilidad superficial del ladrillo modificado, aspecto relevante para su desempeño.

4.1.3 Propiedades mecánicas del ladrillo artesanal con la aplicación de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas.

4.1.3.1 Ladrillo artesanal + lodo de aguas residuales.

Tabla 33

Ladrillos + 1% lodo de aguas residuales (Resistencia).

Nº	Muestras	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	Ladrillo + 1% L.A.R.	11837	51.00
2	Ladrillo + 1% L.A.R.	11866	52.09
3	Ladrillo + 1% L.A.R.	11798	51.53
4	Ladrillo + 1% L.A.R.	11754	51.83
5	Ladrillo + 1% L.A.R.	11821	51.17
	Promedio (F´b) kg/cm2		**51.52**

Se observa que las muestras muestran una carga de rotura promedio de 51.52 kg/cm², con una ligera variación en los valores de resistencia entre las distintas pruebas. Estos resultados indican una mejora en la resistencia del ladrillo artesanal al incorporar lodo de aguas residuales en la mezcla.

Tabla 34

Ladrillos + 3% lodo de aguas residuales (Resistencia).

Nº	Muestras	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	Ladrillo + 3% L.A.R.	12765	55.00
2	Ladrillo + 3% L.A.R.	12802	56.20
3	Ladrillo + 3% L.A.R.	12788	55.85
4	Ladrillo + 3% L.A.R.	12685	55.93
5	Ladrillo + 3% L.A.R.	12755	55.22
	Promedio (F´b) kg/cm2		**55.64**

Se muestra los resultados de la resistencia del ladrillo artesanal con la adición de 3% de lodo de aguas residuales, con una carga de rotura promedio de 55.64 kg/cm². Las muestras presentan una ligera variación en los valores, destacando una mejora en la resistencia del material con respecto a la mezcla sin materia.

Tabla 35

Ladrillos + 5% lodo de aguas residuales (Resistencia).

Nº	Muestras	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	Ladrillo + 5% L.A.R.	12301	53.00
2	Ladrillo + 5% L.A.R.	12268	53.85
3	Ladrillo + 5% L.A.R.	12335	53.87
4	Ladrillo + 5% L.A.R.	12257	54.04
5	Ladrillo + 5% L.A.R.	12398	53.67
	Promedio (F´b) kg/cm2		**53.69**

La resistencia de ladrillos artesanales adicionados con 5% de lodo de aguas residuales. Se evaluaron cinco muestras, obteniendo valores de rotura entre 53,00 y 53,87 kg/cm². El promedio de resistencia alcanzado fue de 53,69 kg/cm², evidenciando uniformidad en el comportamiento mecánico de las probetas analizadas.

4.1.3.2 Ladrillo artesanal + Ceniza de eucalipto.

Tabla 36

Ladrillos + 2% ceniza de eucalipto (Resistencia).

Nº	Muestras	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	Ladrillo + 2% C.E.	12069	52.00
2	Ladrillo + 2% C.E.	12048	52.89
3	Ladrillo + 2% C.E.	12087	52.79
4	Ladrillo + 2% C.E.	12089	53.30
5	Ladrillo + 2% C.E.	12081	52.30
	Promedio (F´b) kg/cm2		**52.66**

Se evaluaron cinco muestras, obteniendo valores de rotura entre 52,00 y 52,79 kg/cm². La media resistencia alcanzado es 52,66 kg/cm², evidenciando una leve variabilidad entre las probetas analizadas.

Tabla 37

Ladrillos + 4% ceniza de eucalipto (Resistencia).

Nº	Muestras	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	Ladrillo + 4% C.E.	12533	54.00
2	Ladrillo + 4% C.E.	12488	54.82
3	Ladrillo + 4% C.E.	12475	54.49
4	Ladrillo + 4% C.E.	12448	54.89
5	Ladrillo + 4% C.E.	12455	53.92
	Promedio (F´b) kg/cm2		**54.42**

La resistencia de ladrillos artesanales con adición de 4% de ceniza de eucalipto. Se analizaron cinco muestras, obteniendo valores de rotura entre 53,92 y 54,89 kg/cm². La media de resistencia es 54,42 kg/cm², evidenciando una buena uniformidad en el comportamiento mecánico.

Tabla 38

Ladrillos + 6% ceniza de eucalipto (Resistencia).

Nº	Muestras	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	Ladrillo + 6% C.E.	11837	51.00
2	Ladrillo + 6% C.E.	11765	51.64
3	Ladrillo + 6% C.E.	11702	51.11
4	Ladrillo + 6% C.E.	11759	51.85
5	Ladrillo + 6% C.E.	11788	51.03
	Promedio (F´b) kg/cm2		**51.33**

La resistencia de ladrillos artesanales con adición de 6% de ceniza de eucalipto. Se evaluaron cinco muestras, obteniendo valores de rotura entre 51,00 y 51,85 kg/cm². La media de resistencia es 51,33 kg/cm², mostrando una ligera variabilidad en el comportamiento mecánico.

CUADROS COMPARATIVOS

Tabla 39

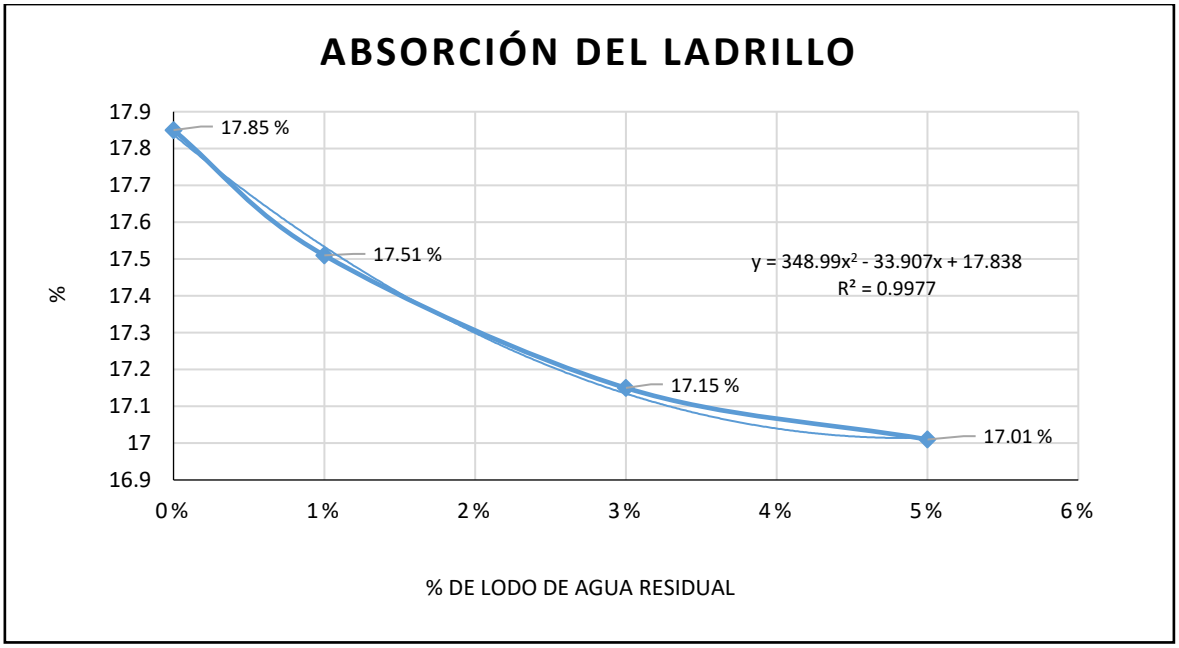
Variación de absorción del Ladrillo + lodo de aguas residuales.

MUESTRAS	ABSORCIÓN (%)
Ladrillo Artesanal	17.85%
Ladrillo + lodo de aguas residuales 1%	17.51%
Ladrillo + lodo de aguas residuales 3%	17.15%
Ladrillo + lodo de aguas residuales 5%	17.01%

Se observa una ligera disminución en el porcentaje de absorción conforme aumenta la cantidad de lodo, con valores que van desde 17.85% en el ladrillo artesanal hasta 17.01% en el ladrillo con 5% de lodo. Estos resultados indican que la incorporación de lodo de aguas residuales afecta marginalmente la capacidad de absorción del ladrillo, manteniendo una absorción relativamente estable.

Figura 8

Reacción de absorción del Ladrillo + lodo de aguas residuales.



Se observa que la absorción disminuye progresivamente desde 17,85% en el ladrillo artesanal hasta 17,01% en el ladrillo con 5% de lodo, indicando una leve reducción en la capacidad de absorción al incrementar el contenido de lodo.

Tabla 40

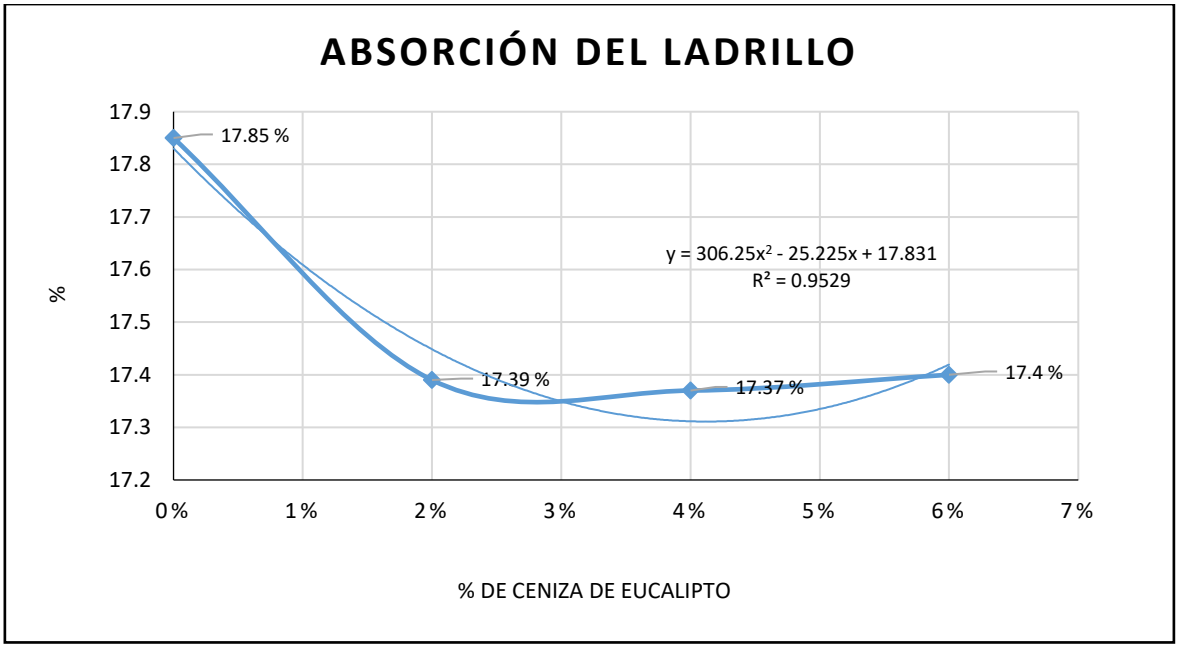
Variación de absorción del Ladrillo + ceniza de eucalipto.

MUESTRAS	ABSORCIÓN (%)
Ladrillo Artesanal	17.85%
Ladrillo + ceniza de eucalipto 2%	17.39%
Ladrillo + ceniza de eucalipto 4%	17.37%
Ladrillo + ceniza de eucalipto 6%	17.40%

Se observa que la incorporación de ceniza reduce ligeramente el porcentaje de absorción respecto al ladrillo artesanal, con valores que oscilan entre 17,37% y 17,40%. Estos resultados indican que la adición de ceniza de eucalipto contribuye a mantener una absorción estable, sin variaciones significativas entre los diferentes porcentajes evaluados.

Figura 9

Reacción de absorción de Ladrillo + ceniza de eucalipto.



Se observa que la incorporación de ceniza reduce ligeramente la absorción respecto al ladrillo artesanal, manteniéndose los valores entre 17,37% y 17,40%.

Tabla 41

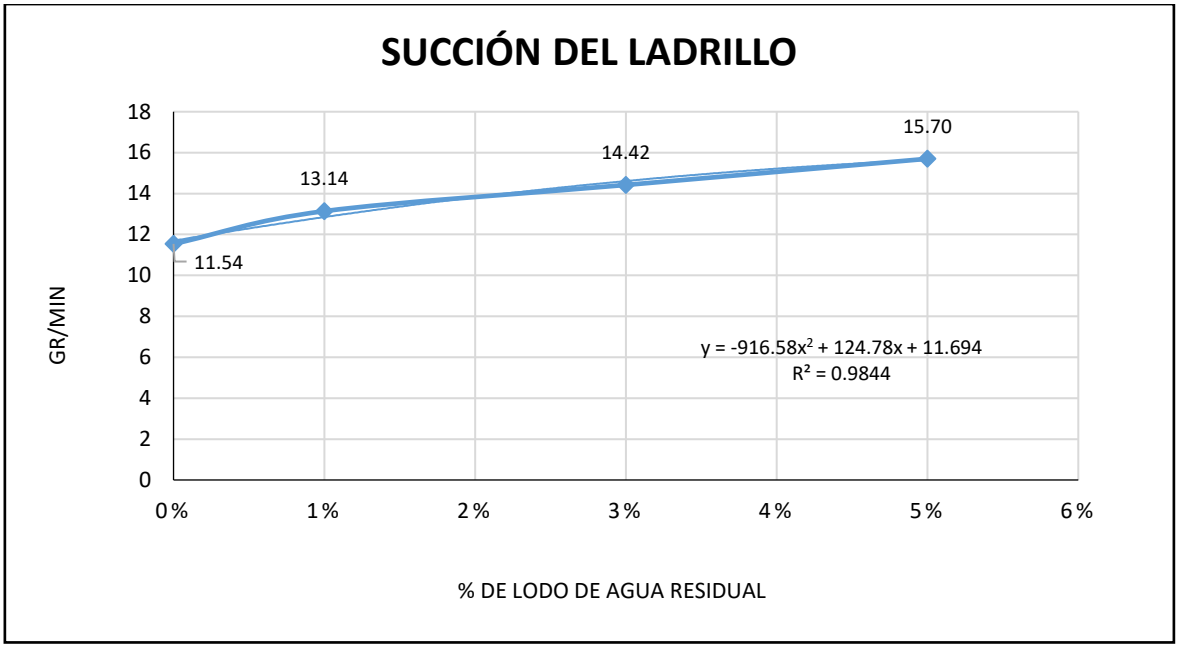
Variación de succión del Ladrillo + lodo de aguas residuales.

MUESTRAS	SUCCIÓN (gr/min)
Ladrillo Artesanal	11.54
Ladrillo + lodo de aguas residuales 1%	13.14
Ladrillo + lodo de aguas residuales 3%	14.42
Ladrillo + lodo de aguas residuales 5%	15.70

Se observa que la succión acrecienta a medida que incrementa el porcentaje de lodo, con valores que van desde 11,54 gr/min para el ladrillo artesanal hasta 15,70 gr/min para el ladrillo con 5% de lodo. Estos datos destacan el impacto del lodo en la capacidad de succión del material.

Figura 10

Reacción de succión del Ladrillo + lodo de aguas residuales.



El gráfico indica una tendencia positiva, con un valor de succión que varía de 11,54 gr/min a 15,70 gr/min. La ecuación de la línea de regresión muestra un buen ajuste ($R^2 = 0,9844$), indicando una fuerte correlación entre ambas variables.

Tabla 42

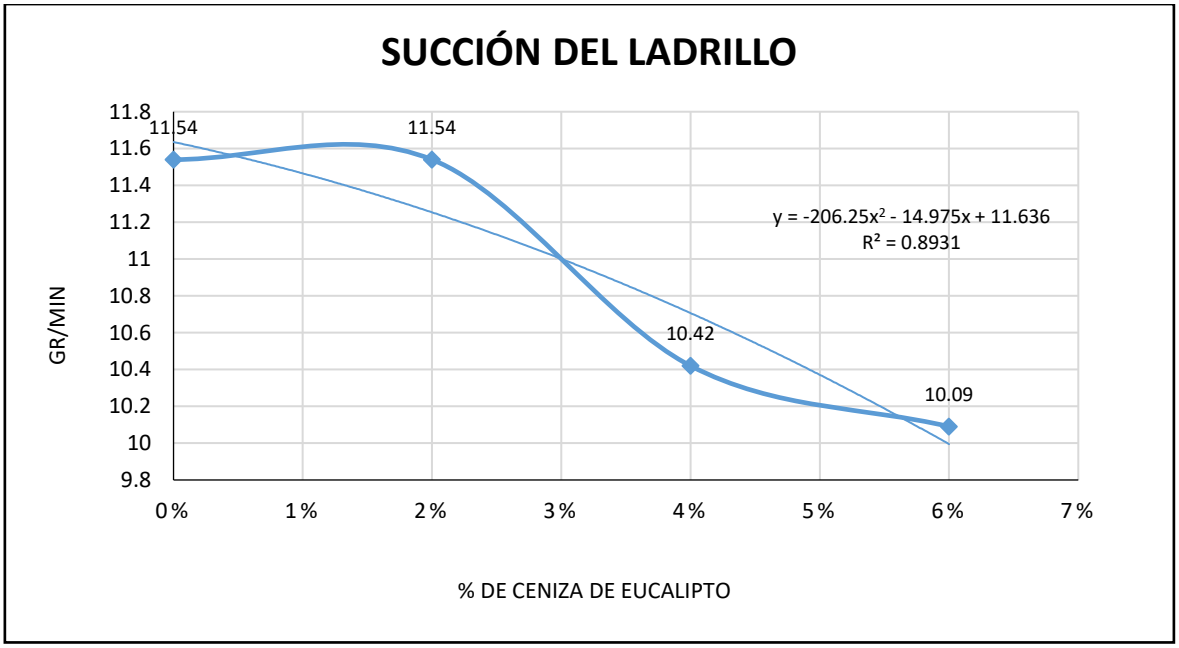
Variación de succión del Ladrillo + ceniza de eucalipto.

MUESTRAS	SUCCIÓN (gr/min)
Ladrillo Artesanal	11.54
Ladrillo + ceniza de eucalipto 2%	11.54
Ladrillo + ceniza de eucalipto 4%	10.42
Ladrillo + ceniza de eucalipto 6%	10.09

Los valores de succión para las muestras con ceniza son más bajos que para el ladrillo artesanal, con una disminución que va desde 11,54 gr/min en el ladrillo artesanal hasta 10,09 gr/min con 6% de ceniza. Estos resultados permiten evaluar el impacto de la ceniza en la capacidad de succión del ladrillo.

Figura 11

Reacción de succión del Ladrillo + ceniza de eucalipto.



A medida que acrecienta el porcentaje de ceniza, la succión reduce, pasando de 11,54 gr/min a 10,09 gr/min. La ecuación de regresión (R^2 = 0,8931) confirma una tendencia decreciente bien ajustada entre ambas variables.

Tabla 43

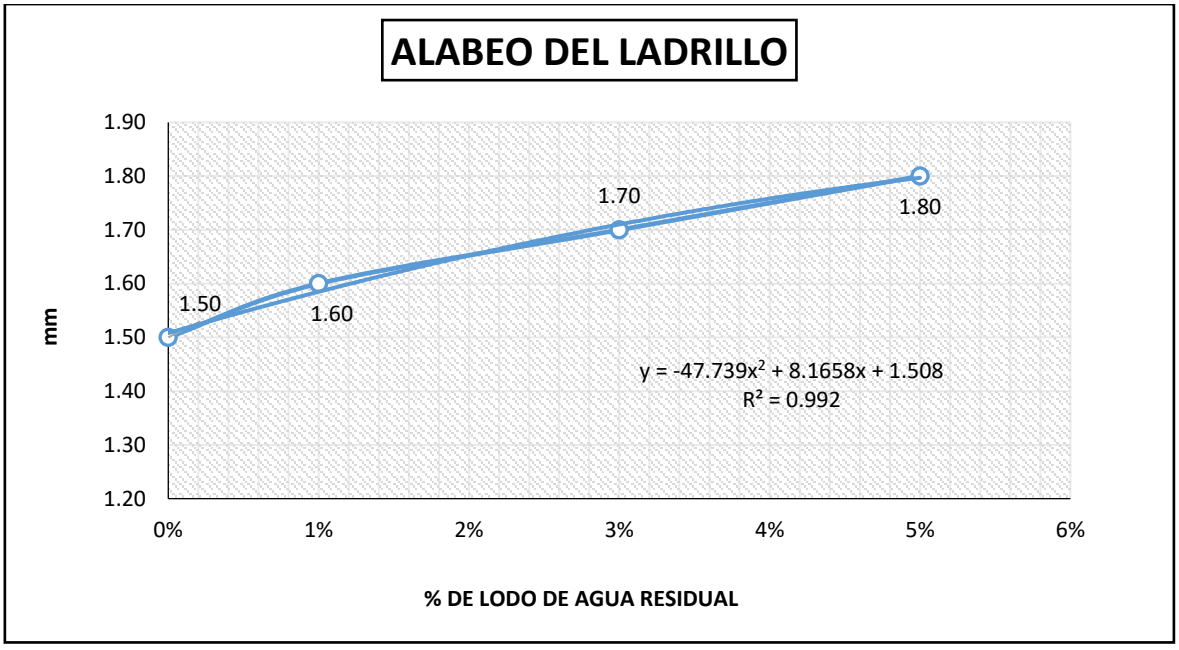
Variación alabeo del Ladrillo + lodo de aguas residuales.

MUESTRAS	ALABEO (mm)
Ladrillo Artesanal	1.50
Ladrillo + lodo de aguas residuales 1%	1.60
Ladrillo + lodo de aguas residuales 3%	1.70
Ladrillo + lodo de aguas residuales 5%	1.80

Se observa que el alabeo aumenta progresivamente con el incremento del porcentaje de lodo, pasando de 1,50 mm en el ladrillo artesanal a 1,80 mm en la mezcla con 5% de lodo. Estos resultados indican que la incorporación de lodo de aguas residuales incrementa la deformación por alabeo en los ladrillos evaluados.

Figura 12

Reacción alabeo del Ladrillo + lodo de aguas residuales.



Se observa un incremento progresivo en el alabeo, desde 1,50 mm en el ladrillo artesanal hasta 1,80 mm en la mezcla con 5% de lodo, indicando mayor deformación con el aumento del contenido de lodo.

Tabla 44

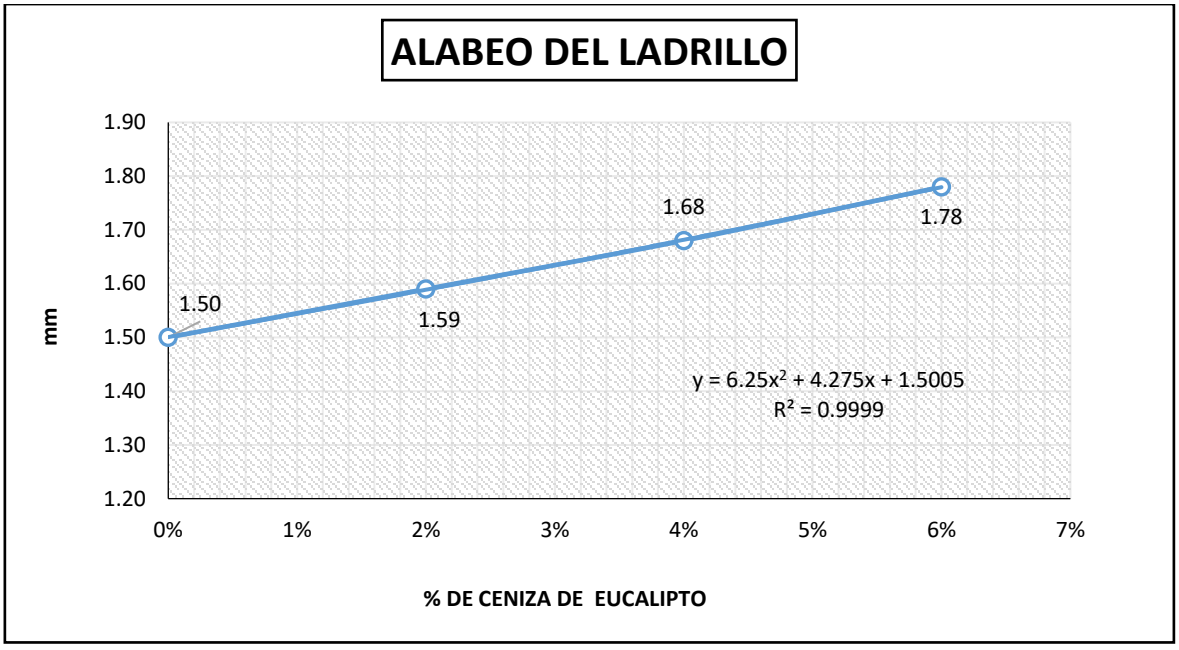
Variación alabeo del Ladrillo + ceniza de eucalipto.

MUESTRAS	ALABEO (mm)
Ladrillo Artesanal	1.50
Ladrillo + ceniza de eucalipto 2%	1.59
Ladrillo + ceniza de eucalipto 4%	1.68
Ladrillo + ceniza de eucalipto 6%	1.78

Se observa que el alabeo aumenta progresivamente con el incremento del porcentaje de ceniza, pasando de 1,50 mm en el ladrillo artesanal a 1,78 mm en la mezcla con 6% de ceniza. Estos resultados indican que la incorporación de ceniza de eucalipto incrementa la deformación por alabeo en los ladrillos evaluados.

Figura 13

Reacción alabeo del Ladrillo + ceniza de eucalipto.



Se observa un incremento progresivo en el alabeo, desde 1,50 mm en el ladrillo artesanal hasta 1,78 mm en la mezcla con 6% de ceniza, indicando mayor deformación con el aumento del contenido de ceniza.

Tabla 45

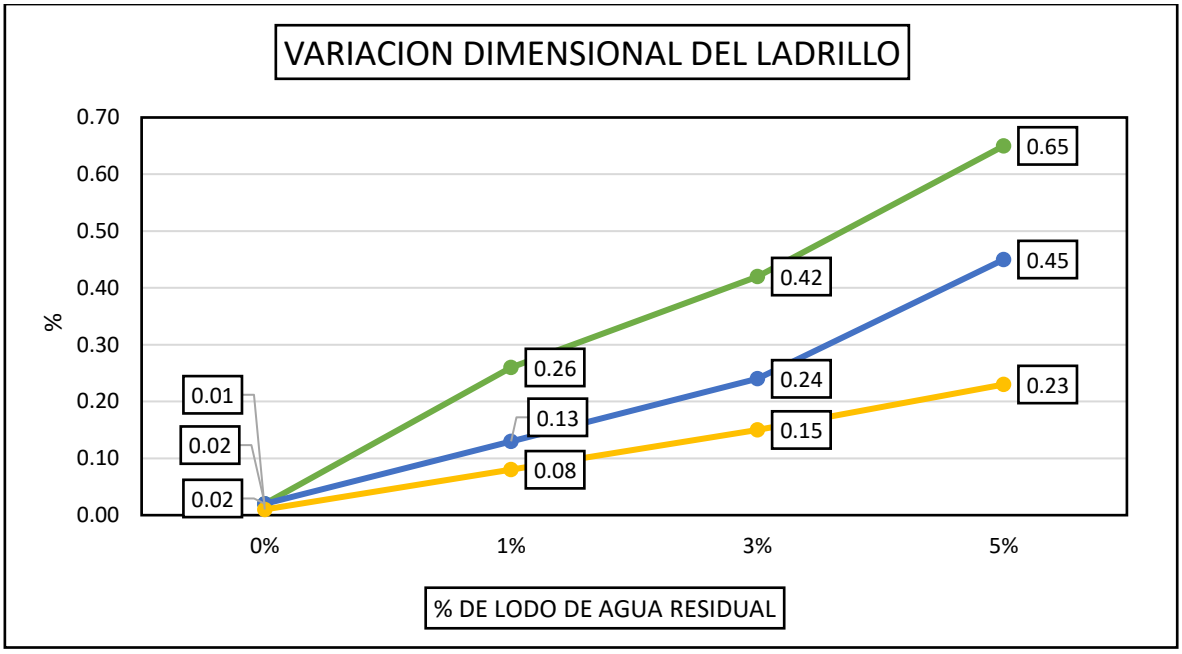
Variación dimensional Ladrillo + lodo de aguas residuales.

MUESTRAS	ALTO (%)	ANCHO (%)	LARGO (%)
Ladrillo Artesanal	0.02	0.02	0.01
Ladrillo + lodo de aguas residuales 1%	0.26	0.13	0.08
Ladrillo + lodo de aguas residuales 3%	0.42	0.24	0.15
Ladrillo + lodo de aguas residuales 5%	0.65	0.45	0.23

Se observa que el incremento del porcentaje de lodo genera un aumento progresivo en la variación dimensional de todas las dimensiones evaluadas. Estos resultados indican que la adición de lodo de aguas residuales afecta la estabilidad dimensional de los ladrillos, siendo más notoria a mayores porcentajes de incorporación.

Figura 14

Cambio dimensional del ladrillo.



Se observa que el incremento del porcentaje de lodo genera un aumento progresivo en la alteración dimensional, siendo más pronunciado en la mezcla con 5% de lodo.

Tabla 46

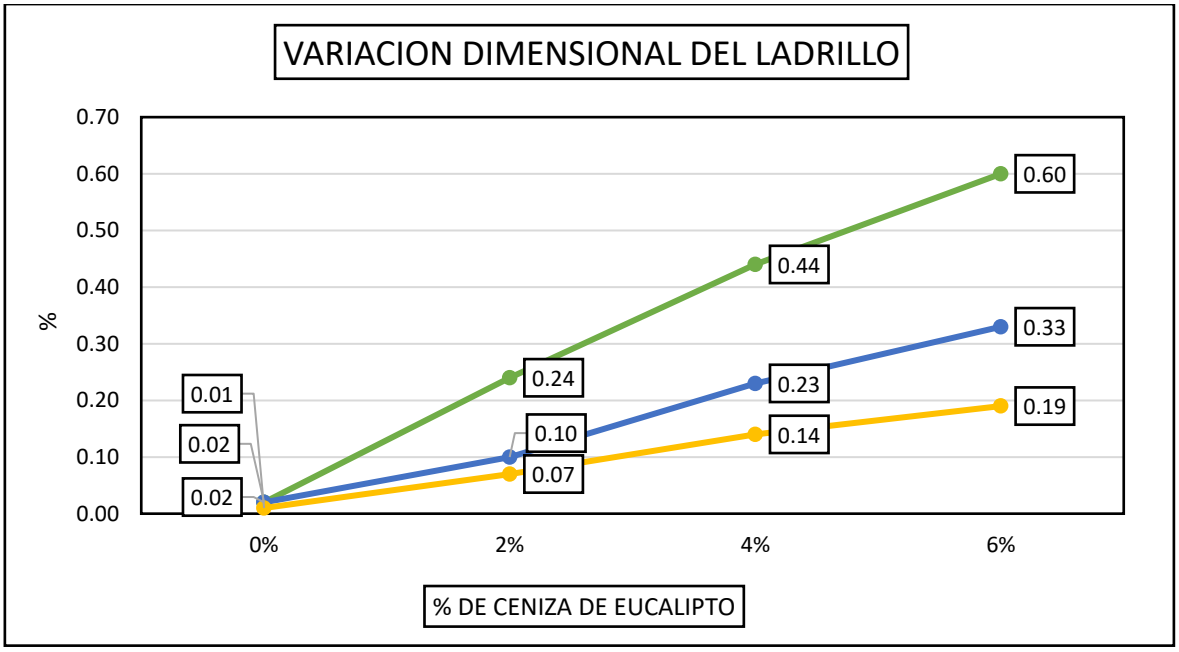
Variación dimensional Ladrillo + ceniza de eucalipto.

MUESTRAS	ALTO (%)	ANCHO (%)	LARGO (%)
Ladrillo Artesanal	0.02	0.02	0.01
Ladrillo + ceniza de eucalipto 2%	0.24	0.10	0.07
Ladrillo + ceniza de eucalipto 4%	0.44	0.23	0.14
Ladrillo + ceniza de eucalipto 6%	0.60	0.33	0.19

La ceniza incrementa progresivamente la variación dimensional en todas las dimensiones evaluadas. Estos resultados indican que la incorporación de ceniza de eucalipto afecta la estabilidad dimensional de los ladrillos, siendo más notoria a mayores porcentajes de adición.

Figura 15

Cambio dimensional del ladrillo.



Se observa que el incremento del porcentaje de ceniza genera un aumento progresivo en la alteración dimensional, siendo más notorio en la mezcla con 6%.

Tabla 47

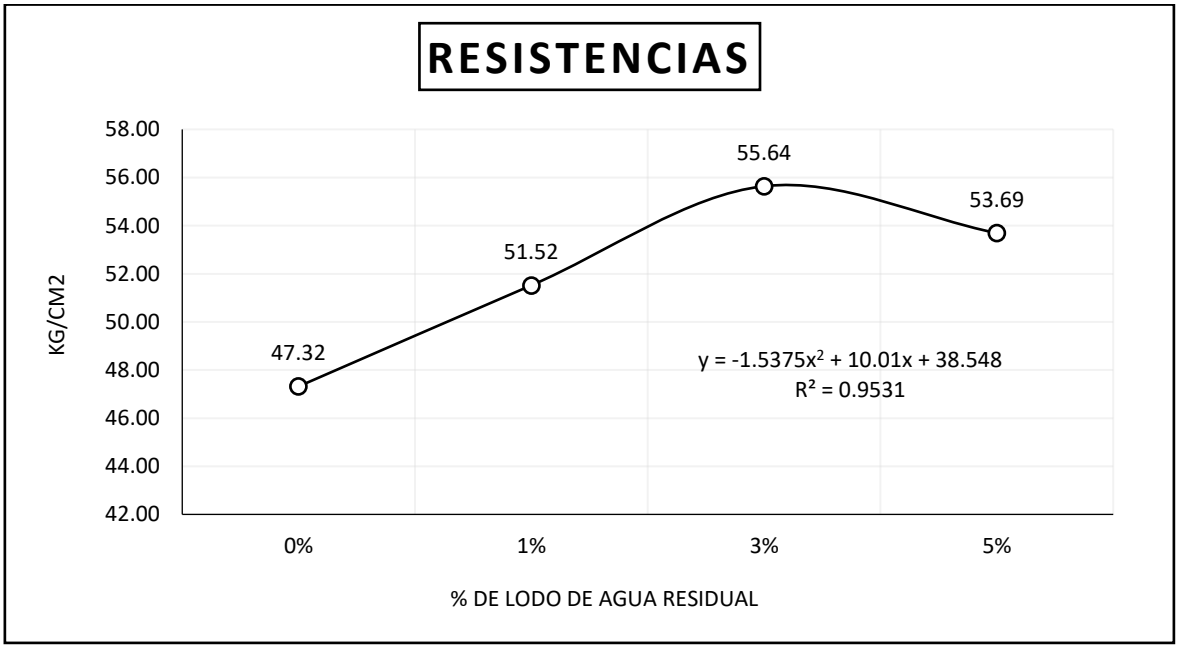
Variación de resistencias Ladrillo + lodo de aguas residuales.

MUESTRAS	RESISTENCIAS (kg/cm2)
Ladrillo Artesanal	47.32
Ladrillo + lodo de aguas residuales 1%	51.52
Ladrillo + lodo de aguas residuales 3%	55.64
Ladrillo + lodo de aguas residuales 5%	53.69

La resistencia de ladrillos artesanales y de mezclas con 1%, 3% y 5% de lodo de aguas residuales. Se observa que la incorporación de lodo incrementa la resistencia respecto al ladrillo artesanal, alcanzando un valor máximo de 55,64 kg/cm² con 3% de lodo. Estos resultados evidencian que la adición controlada de lodo puede mejorar las propiedades mecánicas del ladrillo hasta cierto porcentaje óptimo.

Figura 16

Reacción del esfuerzo del Ladrillo + lodo de aguas residuales.



Se observa un incremento de la resistencia hasta un máximo de 55,64 kg/cm² con 3% de lodo, seguido de una ligera disminución al aumentar la proporción de lodo al 5%.

Tabla 48

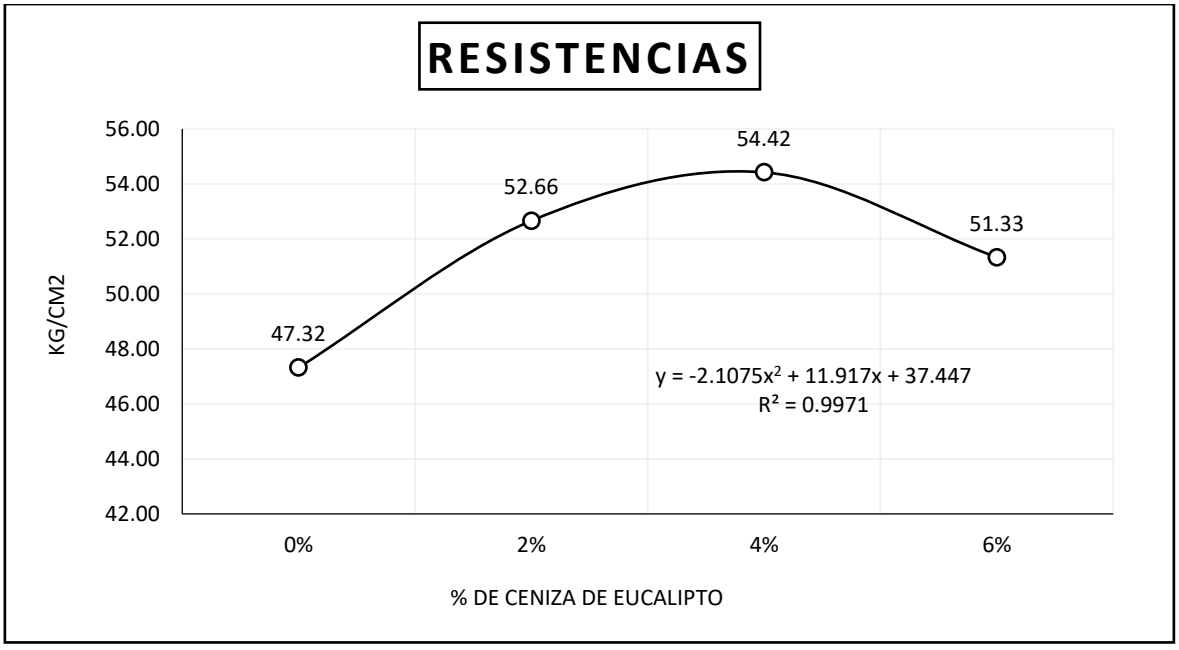
Variación de resistencias del Ladrillo + ceniza de eucalipto.

MUESTRAS	RESISTENCIAS (kg/cm2)
Ladrillo Artesanal	47.32
Ladrillo + ceniza de eucalipto 2%	52.66
Ladrillo + ceniza de eucalipto 4%	54.42
Ladrillo + ceniza de eucalipto 6%	51.33

Se observa que la adición de ceniza incrementa la resistencia respecto al ladrillo artesanal, alcanzando un valor máximo de 54,42 kg/cm² con 4% de ceniza. Estos resultados indican que existe un porcentaje óptimo de incorporación de ceniza de eucalipto que mejora las propiedades mecánicas del ladrillo.

Figura 17

Reacción del esfuerzo del Ladrillo + ceniza de eucalipto.



Se observa un incremento de la resistencia hasta un máximo de 54,42 kg/cm² con 4% de ceniza, seguido de una ligera disminución al aumentar la proporción al 6%.

4.2 Discusión de resultados.

1. Lodo de aguas residuales en ladrillos

Al comparar los resultados obtenidos en esta investigación con los antecedentes de Chura Huaquisto (2021), se observa una tendencia coincidente respecto al efecto positivo de añadir de lodo de aguas residuales en propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal. En la presente investigación, la resistencia a la compresión del ladrillo patrón fue de 47,32 kg/cm², mientras que con la adición de 1%, 3% y 5% de lodo, la resistencia aumentó a 51,52 kg/cm², 55,64 kg/cm² y 53,69 kg/cm² respectivamente. Estos valores prevalecen el minúsculo exigido por la Norma Técnica Peruana E.070 (50 kg/cm²), lo que coincide con lo reportado por Chura Huaquisto, quien encontró que el porcentaje óptimo de adición de lodo es 5% y 10%, con resistencias de 53,8 kg/cm² y 55,6 kg/cm², también por encima del valor normativo.

Ambos estudios concluyen que incorporación de lodo en proporciones mínimos al 10% es factible y mejora la resistencia mecánica del ladrillo artesanal, sin comprometer sus propiedades físicas esenciales. Además, se observa que la absorción de agua disminuye ligeramente con el aumento del porcentaje de lodo (de 17,85% en el patrón a 17,01% con 5% de lodo), mientras que la succión y el alabeo aumentan progresivamente, aunque se mantienen dentro de rangos aceptables para la construcción.

2. Ceniza de eucalipto en ladrillos artesanales

En relación con la adición de ceniza de eucalipto, los resultados de esta investigación muestran que la resistencia a la compresión del ladrillo artesanal mejora con la incorporación de 2%, 4% y 6% de ceniza, alcanzando valores de 52,66 kg/cm², 54,42 kg/cm² y 51,33 kg/cm² respectivamente. El valor máximo se obtiene con 4% de ceniza, lo que indica la existencia de un porcentaje óptimo de adición, antes de que la resistencia disminuya con mayores proporciones.

Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por Justo Ingalla & Umpiri Suca (2022), quienes concluyeron que la adición de ceniza de eucalipto mejora la calidad estructural del ladrillo artesanal, incrementando su durabilidad y resistencia frente a condiciones climáticas adversas, como las precipitaciones pluviales frecuentes en Puno. Además, en ambos estudios se observa que la absorción de agua se mantiene estable (alrededor de 17,39% a 17,40%) y la succión disminuye progresivamente con el aumento de ceniza (de 11,58 gr/min con 2% a 10,02 gr/min con 6%), lo que sugiere una mejora en la impermeabilidad del material.

El alabeo y la variación dimensional aumentan ligeramente con el porcentaje de ceniza, pero sin comprometer la calidad del ladrillo, lo que coincide con los resultados de los ensayos de laboratorio realizados por Justo Ingalla & Umpiri Suca. En conjunto, estos resultados respaldan el uso de ceniza de eucalipto como aditivo sostenible.

CONCLUSIONES

General, La adición controlada de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto mejora notablemente las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal producido en Juliaca. Los resultados muestran que, en proporciones óptimas, ambas materias incrementan la resistencia y mantienen la absorción de agua dentro de límites aceptables, contribuyendo a una mayor calidad y sostenibilidad del producto final.

Primera, El ladrillo artesanal patrón presenta características físicas estables, como una absorción promedio de 17,85%, lo que indica una buena calidad y uniformidad en su proceso de fabricación. La resistencia a la compresión alcanza un promedio de 47,32 kg/cm², un valor cercano al mínimo exigido por la normativa nacional.

Segunda, El lodo de aguas residuales reduce ligeramente la absorción de agua y aumenta la succión a medida que incrementa su porcentaje, manteniendo dentro de rangos aceptables las demás propiedades físicas. Por su parte, la ceniza de eucalipto estabiliza la absorción de agua y reduce la succión, sin afectar negativamente las propiedades dimensionales o de alabeo del ladrillo.

Tercera, La adición de lodo de aguas residuales ayuda la resistencia, logrando hasta 55,64 kg/cm² con un 3% de lodo. La resistencia disminuye ligeramente al aumentar la proporción al 5%, pero sigue siendo superior al ladrillo patrón. En cuanto a la ceniza de eucalipto, la resistencia a la compresión también aumenta, alcanzando un máximo de 54,42 kg/cm² con un 4%, y disminuye levemente con un 6%, pero se mantiene por encima del ladrillo sin aditivos.

RECOMENDACIONES

Primera, Se recomienda realizar investigaciones adicionales sobre la variabilidad de peculiaridades mecánicas y físicas del ladrillo artesanal con adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en diferentes condiciones climáticas. Esto permitirá evaluar su aplicabilidad en diversas regiones con características geográficas y ambientales distintas a las de Juliaca.

Segunda, Sería útil realizar un estudio comparativo entre ladrillos artesanales con otros aditivos alternativos, además del lodo de aguas residuales y la ceniza de eucalipto, para determinar si hay materiales que ofrezcan mejores propiedades físicas o mecánicas y que puedan complementar o sustituir estos aditivos en el proceso de fabricación.

Tercera, Para obtener una mejor comprensión del impacto de estos aditivos en la estabilidad dimensional, se sugiere realizar pruebas adicionales sobre la expansión y contracción de los ladrillos en condiciones de humedad extrema y variaciones de temperatura. Este análisis proporcionará datos más detallados sobre la resistencia del material ante factores climáticos cambiantes.

Cuarta. Dado que la combinación de lodo de aguas residuales (3%) y ceniza de eucalipto (4%) mostró un balance favorable en cuanto a propiedades físicas y mecánicas, sería valioso evaluar la viabilidad de su aplicación a mayor escala en la industria local de producción de ladrillos, estudiando la rentabilidad, la disponibilidad de materiales y la aceptación del producto final en el mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apaza, J. L., Muñiz, A. A., Apaza, J. L., & Muñiz, A. A. (2024). Estudio de las propiedades mecánicas de muros de albañilería elaborados con ladrillos artesanales con cenizas de tallo de Vicia faba. Obras y proyectos, 36, 81-88. https://doi.org/10.21703/0718-2813.2024.36.3009

Bazán Escalante, L. G. (2022). Elaboración de ladrillos de arcilla con inclusión de lodos residuales de la PTAR de la provincia de Celendín, Cajamarca. Repositorio Institucional - UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/102953

Benalcázar Chapi, D. A. (2020). Análisis de las propiedades mecánicas de ladrillos prensados elaborados con arcilla y lodos residuales textiles, cumpliendo la norma técnica ecuatoriana (NTE INEN 3049) [Tesis de licenciatura, Quito, 2020]. http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21286

Campos, I. J. (2024). Optimización de concreto f'c = 280 kg/cm² incorporando puzolana de mazorca y ceniza de eucalipto. Obras y Proyectos: Revista de Ingeniería Civil, (36), 74–80. https://doi.org/10.21703/0718-2813.2024.36.3009

Camargo Gaona, L. E., & Yambay Santamaría, B. D. (2020). Elaboración de ladrillos artesanales mediante el aprovechamiento de lodos resultantes del proceso de depuración en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Quitumbe [Tesis de licenciatura, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio UCE. https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22300

Chura Huaquisto, C. (2021). Incorporación de lodo de aguas residuales en la elaboración del ladrillo artesanal mejorando sus propiedades físico mecánicas – Puno, 2021. Repositorio Institucional - UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70908

Chura Huaquisto, R. J. (2021). Elaboración de ladrillos artesanales con adición de lodo residual proveniente de una planta de tratamiento de aguas residuales en Puno

[Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional UNA-Puno.

Curadelli, S. G., López, M., Piastrellini, R., Arena, A. P., & Civit, B. M. (2019). Estudio socioambiental de la producción de ladrillos artesanales en Mendoza desde la perspectiva del análisis de ciclo de vida. Universidad Tecnológica Nacional. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/194827

Estrada, J., & Reynoso, J. (2024). Http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2631-26542024000100122&lng=es&nrm=iso&tlng=es. Revista Digital Novasinergia, 7(1), 122-135. https://doi.org/10.37135/ns.01.13.07

Estrada Perez, J. C. J. (2023). Incidencia de la ceniza de eucalipto en las propiedades mecánicas del mortero de asentamiento de ladrillos artesanales. Repositorio Institucional - UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/122091

Gareca, M., Andrade, M., Pool, D., Barrón, F., & Villarpando, H. (2020). Nuevo material sustentable: Ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos. Revista Científica de Tecnología e Innovación, 18(21), 25–35. https://www.scielo.org.bo/pdf/rcti/v18n21/v18n21a03.pdf

García Ubaque, C. A. (2021). Aprovechamiento del lodo residual en la fabricación de ladrillos ecológicos: una revisión. Revista Tecnura, 25(68), 54–66. https://doi.org/10.14483/22487638.16631

Jarrín López, A. G. (2023). Aprovechamiento del lodo producido por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Cantón Ambato como materia prima en la fabricación de ladrillo. https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/40169

Justo Ingalla, E. L., & Umpiri Suca, S. (2022). Análisis del comportamiento físico y mecánico de ladrillos artesanales adicionando cenizas de eucalipto en la ciudad de Juliaca-2022. Repositorio Institucional - UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111656

López, M., Paredes, R., & Mejía, C. (2021). La economía circular en la construcción: una revisión sistemática. Ingeniería y Competitividad, 23(1), 1–14. https://doi.org/10.25100/iyc.v23i1.10729

Lozano Olaya, A. J. P. (2021). Elaboración de ladrillos cerámicos artesanales utilizando lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de Epsel de San José – Lambayeque para la construcción de muros de tabiquería—2019. http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3777

Orostegui Melendrez, N. B., Godos Malca, I. T., & Chahuares Paucar, L. (2025). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos elaborados con lodos residuales de plantas de tratamiento de agua potable y aguas residuales. Gaceta Técnica, 26(1), 18–34.

Retamozo Mallma, R. T., & Tecsi Huarancca, J. (2024). Influencia de la adición de ceniza de eucalipto, fibra de caña de azúcar y bentonita sódica en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales, Lima-2024. Repositorio Institucional - UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/146522

SENCICO. (2021). Norma Técnica E.070 - Albañilería. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú. https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales

Solano Campos, J. E. (2020). Influencia de la ceniza de hojas de eucalipto en las propiedades del concreto simple para mortero en muros no portantes [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio UPLA. https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2023

Sornoza-Tituano, J. A., Zambrano-Sacón, R. W., Caballero-Giler, B. I., & Veliz-Párraga, J. F. (2022). Materiales alternativos empleados en la construcción de viviendas en Ecuador: una revisión. Polo del Conocimiento, 7(4), 3875–3890. https://doi.org/10.23857/pc.v7i4.3481

Studocu. (s.f.). Mortero con ceniza de eucalipto: Informe. Universidad Continental. https://www.studocu.com/pe/document/universidad-continental/ingenieria-de-materiales/mortero-con-ceniza-de-eucalipto-informe/70518009

Tectónica. (2024). Proyecto LIFE HYPOBRICK: Ladrillos sin cocción a partir de residuos. https://tectonica.archi/articles/proyecto-life-hypobrick-ladrillos-sin-coccion-a-partir-de-residuos/

Victoria, L. A. (2019). Adición de lodos residuales en la elaboración de matrices de cerámicas. Revista Colombiana de Materiales, 8(2), 13–25.

Zambrano Armijos, M. I., & Tene Pilatuña, I. L. (2023). Evaluación de lodos residuales de la planta de tratamiento de Colta Villa la Unión, para la fabricación de ladrillos artesanales [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11356

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXOS

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Anexo 1. Matriz de Consistencia

TÍTULO DE LA TESIS: **EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025**

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿Cuál es el efecto de la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto sobre las propiedades del ladrillo artesanal elaborados en el distrito de Juliaca 2025?	**Objetivo General:** Analizar el efecto de la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto sobre las propiedades del ladrillo artesanal elaborados en el distrito de Juliaca 2025.	**Hipótesis General:** El efecto de la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto mejorará las propiedades del ladrillo artesanal elaborados en el distrito de Juliaca 2025.	**Variable Independiente** Lodo de Aguas Residuales y Ceniza de Eucalipto. **Dimensiones:** • *L.A.R: 0.8%, 1.0% y 1.2%.* •*C. E: 1%, 2% y 3%.* **Variable Dependiente** *Propiedades del ladrillo artesanal.* **Dimensiones:** •*Propiedades físicas* •*Propiedades mecánicas.*	Equipos de laboratorio Equipos de laboratorio.
Problemas Específicos	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Específicas**		
¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal producidas en el distrito de Juliaca? ¿Cuáles son las propiedades físicas del ladrillo artesanal con la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas variables en el distrito de Juliaca? ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal con la aplicación de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas en el distrito de Juliaca?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal producidas en el distrito de Juliaca. Explicar las propiedades físicas del ladrillo artesanal con la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas en el distrito de Juliaca. Explicar las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal con la aplicación de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas en el distrito de Juliaca.	Las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal producidas en el distrito de Juliaca, cumplirán de manera exacta con las especificaciones de ladrillos. Las propiedades físicas del ladrillo artesanal mejorarán con la adición de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas en el distrito de Juliaca. Las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal incrementarán con la aplicación de lodo de aguas residuales y ceniza de eucalipto en cantidades controladas en el distrito de Juliaca.		

Anexo 2. Panel fotográfico

Fotografía 1. Proceso de granulometría



Fotografía 2. Ensayo de contenido de humedad



Fotografía 3. Caracterización del material



Fotografía 4. Ensayo de limite liquido del material



Fotografía 5. Preparación de la mezcla.



Fotografía 6. Mezclado para la elaboración de ladrillo.



Fotografía 7. Preparación para moldeo.



Fotografía 8. Inspección del ladrillo.



Fotografía 9. Ensayo de absorción.



Fotografía 10. Ensayo variación dimensional.



Fotografía 10. Ensayo alabeo.



Fotografía 11. Ensayo resistencia a compresión.



Anexo 3. Certificados de Calidad de Laboratorio

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127, ASTM D2216, MTC E 108)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 25/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: LABORATORIO DE GEORAAS	TIPO DE MATERIAL	
MUESTRA	: MUESTRA 1	SUELO NATURAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	80.32
2	SUELO SECO + TARRO	gr	74.62
3	PESO DEL TARRO	gr	15.65
4	PESO DEL AGUA	gr	5.70
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	58.97
	HUMEDAD %	%	9.67

OBSERVACIONES: -

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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO ÍNDICE DE PLASTICIDAD (NTP 339.129, ASTM D4318, MTC E110/111)	Código	FRM_GR_EM_303
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 3

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 25/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO DE GEORAAS	SUELO NATURAL	
MUESTRA	: MUESTRA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		1	2	3
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.65	33.21	32.66
SUELO SECO + TARRO	gr	30.25	30.58	30.51
PESO DEL TARRO	gr	22.25	22.15	22.75
PESO DEL AGUA	gr	2.40	2.63	2.15
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.00	8.43	7.76
HUMEDAD %	%	30.00	31.20	27.68
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

A	B
22.12	21.57
20.57	20.02
12.57	12.62
1.55	1.55
8.00	7.40
19.31	**20.95**

LÍMITE LÍQUIDO %	:	29.21
LÍMITE PLÁSTICO %	:	20.13
ÍNDICE PLÁSTICO %	:	09.08

OBSERVACIONES: -

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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 339.128, ASTM D422, E107)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 25/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO DE GEORAAS	SUELO NATURAL	
MUESTRA	: MUESTRA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.500	13.25	2.65	2.65	97.35	
3/8"	9.500					
1/4"	6.300	8.62	1.72	4.37	95.63	
No4	4.750					
No8	2.360					
No10	2.000	32.65	6.53	10.90	89.10	
No16	1.180					
No20	0.850	29.68	5.94	16.84	83.16	
No30	0.600					
No40	0.425	38.62	7.72	24.56	75.44	
No 50	0.300					
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	45.62	9.12	33.69	66.31	
No200	0.075	83.62	16.72	50.41	49.59	
BASE		247.94	49.59	100.00	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		49.59				

TAMAÑO MAXIMO:

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

P.I.=	500.00
P.L.=	252.06
P.P.=	247.94
% W =	9.67

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L.L.=	29.21
L.P.=	20.13
I.P.=	9.08

CARACT. GRANULOMETRICAS:

D10= ---- Cu= ----
D30= ---- Cc= ----
D60= 0.12

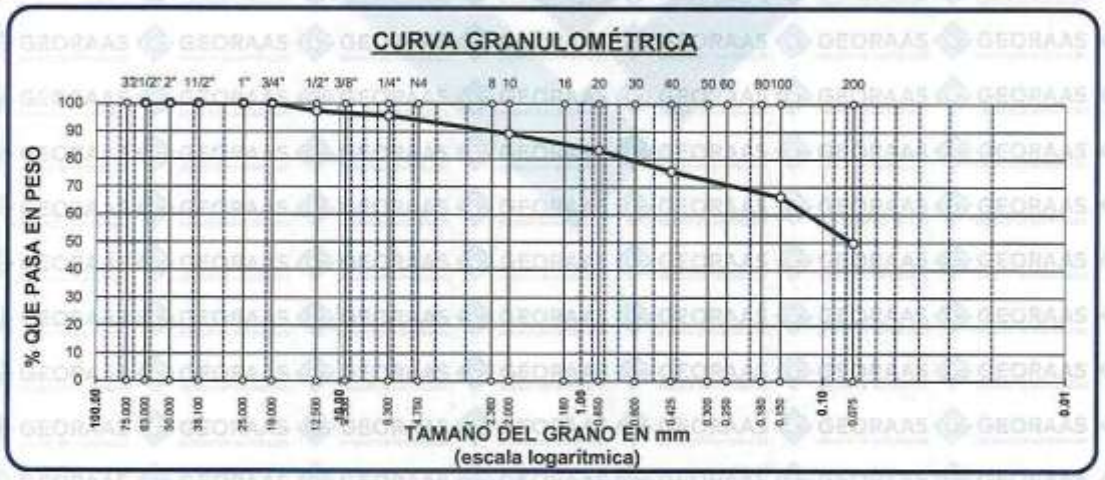
CLASIFICACIÓN:

I.G. = :

SUCS : SC-SM
ASSTHO : A-4(1)

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACION: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan 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 S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA Nº	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 24 Hrs (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2350	2770	17.87
M-2	2355	2775	17.83
M-3	2352	2772	17.86
M-4	2354	2774	17.84
M-5	2353	2773	17.85
	PROMEDIO DE ABSORCIÓN		17.85

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. V°B° CGY
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 1% LODO DE AGUAS RECIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 06/09/2025

MUESTRA Nº	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 24 Hrs (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2340	2750	17.52
M-2	2342	2752	17.51
M-3	2341	2751	17.51
M-4	2343	2753	17.50
M-5	2344	2754	17.49
	PROMEDIO DE ABSORCIÓN		17.51

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 309696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES V° B°
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 3% LODO DE AGUAS RECIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 24 Hrs (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2330	2730	17.17
M-2	2332	2732	17.15
M-3	2331	2731	17.16
M-4	2334	2734	17.14
M-5	2335	2735	17.13
	PROMEDIO DE ABSORCIÓN		17.15

OBSERVACIONES :-

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. V° B°
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 5% LODO DE AGUAS RECIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA Nº	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 24 Hrs (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2320	2715	17.03
M-2	2322	2717	17.01
M-3	2321	2716	17.02
M-4	2324	2719	17.00
M-5	2325	2720	16.99
	PROMEDIO DE ABSORCIÓN		17.01

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhobatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gómez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 2% CENIZAS DE EUCALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 24 Hrs (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2338	2745	17.41
M-2	2340	2747	17.39
M-3	2339	2746	17.40
M-4	2341	2748	17.39
M-5	2342	2749	17.38
	PROMEDIO DE ABSORCIÓN		17.39

OBSERVACIONES : -

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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 4% CENIZAS DE EUCALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 24 Hrs (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2336	2742	17.38
M-2	2338	2744	17.37
M-3	2337	2743	17.37
M-4	2339	2745	17.36
M-5	2340	2746	17.35
	PROMEDIO DE ABSORCIÓN		17.37

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonstan Carlos Incacari Coaquira 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. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_103
		Versión	V.02
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 6% CENIZAS DE EUCALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 24 Hrs (GR)	ABSORCIÓN (%)
M-1	2332	2738	17.41
M-2	2334	2740	17.40
M-3	2333	2739	17.40
M-4	2335	2741	17.39
M-5	2336	2742	17.38
	PROMEDIO DE ABSORCIÓN		17.40

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_404
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	DIMENSIONES		PESO DE ENSAYO		CANTIDAD DE AGUA W (GR)	SUCCIÓN (GR/CM2)
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 1 MIN (GR)		
M-1	23.35	10.62	2340.00	2354.00	14.00	11.29
M-2	23.12	10.80	2342.00	2356.00	14.00	11.21
M-3	23.25	10.75	2341.00	2356.00	15.00	12.00
M-4	23.18	10.90	2343.00	2358.00	15.00	11.87
M-5	23.20	10.68	2344.00	2358.00	14.00	11.30
			PROMEDIO DE SUCCIÓN			11.54

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_404
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	: Br. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICION DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA Nº	DIMENSIONES		PESO DE ENSAYO		CANTIDAD DE AGUA W (GR)	SUCCIÓN (GR/CM2)
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 1 MIN (GR)		
M-1	23.35	10.62	2340.00	2356.00	16.00	12.90
M-2	23.12	10.80	2342.00	2359.00	17.00	13.62
M-3	23.25	10.75	2341.00	2357.00	16.00	12.80
M-4	23.18	10.90	2343.00	2359.00	16.00	12.67
M-5	23.20	10.68	2344.00	2361.00	17.00	13.72
			PROMEDIO DE SUCCIÓN			13.14

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_404
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA Nº	DIMENSIONES		PESO DE ENSAYO		CANTIDAD DE AGUA W (GR)	SUCCIÓN (GR/CM2)
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 1 MIN (GR)		
M-1	23.35	10.62	2340.00	2357.00	17.00	13.71
M-2	23.12	10.80	2341.00	2359.00	18.00	14.42
M-3	23.25	10.75	2341.00	2359.00	18.00	14.40
M-4	23.18	10.90	2343.00	2361.00	18.00	14.25
M-5	23.20	10.68	2344.00	2363.00	19.00	15.34
		PROMEDIO DE SUCCIÓN				14.42

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_404
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 26/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA Nº	DIMENSIONES		PESO DE ENSAYO		CANTIDAD DE AGUA W (GR)	SUCCIÓN
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 1 MIN (GR)		(GR/CM2)
M-1	23.35	10.62	2340.00	2359.00	19.00	15.32
M-2	23.12	10.80	2342.00	2361.00	19.00	15.22
M-3	23.25	10.75	2341.00	2362.00	21.00	16.80
M-4	23.18	10.90	2343.00	2363.00	20.00	15.83
M-5	23.20	10.68	2344.00	2363.00	19.00	15.34
		PROMEDIO DE SUCCIÓN				15.70

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308695 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_404
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 2% CENIZA DE EUCALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA Nº	DIMENSIONES		PESO DE ENSAYO		CANTIDAD DE AGUA W (GR)	SUCCIÓN
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 1 MIN (GR)		(GR/CM2)
M-1	23.35	10.62	2340.00	2353.00	13.00	10.48
M-2	23.12	10.80	2342.00	2356.00	14.00	11.21
M-3	23.25	10.75	2341.00	2357.00	16.00	12.80
M-4	23.18	10.90	2343.00	2357.00	14.00	11.08
M-5	23.20	10.68	2344.00	2359.00	15.00	12.11
		PROMEDIO DE SUCCIÓN				11.54

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_404
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 4% CENIZA DE EUCALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA Nº	DIMENSIONES		PESO DE ENSAYO		CANTIDAD DE AGUA W (GR)	SUCCIÓN
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 1 MIN (GR)		(GR/CM2)
M-1	23.35	10.62	2342.00	2355.00	13.00	10.48
M-2	23.12	10.80	2341.00	2353.00	12.00	9.61
M-3	23.25	10.75	2341.00	2354.00	13.00	10.40
M-4	23.18	10.90	2342.00	2355.00	13.00	10.29
M-5	23.20	10.68	2344.00	2358.00	14.00	11.30
		PROMEDIO DE SUCCIÓN				10.42

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Inocaari Coaquira 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. V° B°
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_404
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 6% CENIZA DE EUCALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA Nº	DIMENSIONES		PESO DE ENSAYO		CANTIDAD DE AGUA W (GR)	SUCCIÓN
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	PESO SECO (GR)	PESO SATURADO 1 MIN (GR)		(GR/CM2)
M-1	23.35	10.62	2340.00	2352.00	12.00	9.66
M-2	23.12	10.80	2342.00	2355.00	13.00	10.41
M-3	23.25	10.75	2341.00	2354.00	13.00	10.40
M-4	23.18	10.90	2343.00	2356.00	13.00	10.29
M-5	23.20	10.68	2344.00	2356.00	12.00	9.69
			PROMEDIO DE SUCCIÓN			10.09

OBSERVACIONES : -

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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_401
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

Muestra	Alto(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
LADRILLO A.	7.02	6.98	7.01	7.00	7.00	0.04
LADRILLO A.	7.01	7.00	6.99	7.00	7.00	0.00
LADRILLO A.	6.97	7.00	7.03	7.01	7.00	0.04
LADRILLO A.	7.00	7.01	6.99	7.00	7.00	0.00
LADRILLO A.	7.02	7.00	7.01	6.98	7.00	0.04
						0.02

Muestra	Ancho(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
LADRILLO A.	11.02	10.98	11.01	11.00	11.00	0.02
LADRILLO A.	11.01	11.00	10.99	11.02	11.01	0.05
	10.97	11.00	11.03	11.01	11.00	0.02
LADRILLO A.	11.00	11.01	10.99	11.00	11.00	0.00
LADRILLO A.	11.02	11.00	11.01	10.98	11.00	0.02
						0.02

Muestra	Largo(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
LADRILLO A.	21.03	20.97	21.01	21.00	21.00	0.01
LADRILLO A.	21.01	21.00	20.99	21.02	21.01	0.02
	20.98	21.00	21.03	21.01	21.01	0.02
LADRILLO A.	21.00	21.01	20.99	21.00	21.00	0.00
LADRILLO A.	21.02	21.00	21.01	20.98	21.00	0.01
						0.01

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

Largo :	21	cm
Ancho :	11	cm
Altura :	7	cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. 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 VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_401
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

Muestra	Alto(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 1% L.A.R.	7.06	7.01	7.03	7.00	7.03	0.36
L. + 1% L.A.R.	7.04	7.00	7.02	7.01	7.02	0.25
L. + 1% L.A.R.	7.05	7.02	7.01	7.00	7.02	0.29
L. + 1% L.A.R.	7.03	7.01	7.00	7.02	7.02	0.21
L. + 1% L.A.R.	7.04	7.00	7.01	7.01	7.02	0.21
						0.26

Muestra	Ancho(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 1% L.A.R.	11.05	10.99	11.03	11.01	11.02	0.18
L. + 1% L.A.R.	11.03	11.00	11.02	11.01	11.02	0.14
L. + 1% L.A.R.	11.04	11.01	11.00	11.02	11.02	0.16
L. + 1% L.A.R.	11.02	11.00	11.01	11.01	11.01	0.09
L. + 1% L.A.R.	11.03	11.00	11.01	10.99	11.01	0.07
						0.13

Muestra	Largo(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 1% L.A.R.	21.06	20.98	21.03	21.01	21.02	0.10
L. + 1% L.A.R.	21.04	21.00	21.02	21.01	21.02	0.08
L. + 1% L.A.R.	21.05	21.01	21.03	21.00	21.02	0.11
L. + 1% L.A.R.	21.03	21.01	21.00	21.02	21.02	0.07
L. + 1% L.A.R.	21.04	21.00	21.01	20.99	21.01	0.05
						0.08

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

Largo :	21	cm
Ancho :	11	cm
Altura :	7	cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incahuari Coaquira 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. 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 VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_401
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

Muestra	Alto(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 3% L.A.R.	7.03	7.02	7.05	7.01	7.03	0.39
L. + 3% L.A.R.	7.06	7.01	7.03	7.02	7.03	0.43
L. + 3% L.A.R.	7.07	7.03	7.02	7.01	7.03	0.46
L. + 3% L.A.R.	7.05	7.02	7.01	7.03	7.03	0.39
L. + 3% L.A.R.	7.06	7.01	7.03	7.02	7.03	0.43
						0.42

Muestra	Ancho(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 3% L.A.R.	11.07	11.00	11.04	11.02	11.03	0.30
L. + 3% L.A.R.	11.05	11.01	11.03	11.02	11.03	0.25
L. + 3% L.A.R.	11.06	11.02	11.01	11.03	11.03	0.27
L. + 3% L.A.R.	11.04	11.01	11.02	11.02	11.02	0.20
L. + 3% L.A.R.	11.05	11.01	11.02	11.00	11.02	0.18
						0.24

Muestra	Largo(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 3% L.A.R.	21.08	21.00	21.05	21.02	21.04	0.18
L. + 3% L.A.R.	21.06	21.01	21.03	21.02	21.03	0.14
L. + 3% L.A.R.	21.07	21.03	21.02	21.01	21.03	0.15
L. + 3% L.A.R.	21.05	21.02	21.01	21.03	21.03	0.13
L. + 3% L.A.R.	21.06	21.01	21.03	21.00	21.03	0.12
						0.15

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

Largo :	21	cm
Ancho :	11	cm
Altura :	7	cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_401
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

Muestra	Alto(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 5% L.A.R.	7.10	7.03	7.07	7.01	7.05	0.75
L. + 5% L.A.R.	7.08	7.02	7.05	7.03	7.05	0.64
L. + 5% L.A.R.	7.09	7.04	7.03	7.02	7.05	0.64
L. + 5% L.A.R.	7.07	7.03	7.02	7.05	7.04	0.61
L. + 5% L.A.R.	7.08	7.02	7.04	7.03	7.04	0.61
						0.65

Muestra	Ancho(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 5% L.A.R.	11.10	11.02	11.07	11.03	11.06	0.50
L. + 5% L.A.R.	11.08	11.03	11.05	11.04	11.05	0.45
L. + 5% L.A.R.	11.09	11.04	11.03	11.05	11.05	0.48
L. + 5% L.A.R.	11.07	11.03	11.04	11.04	11.05	0.41
L. + 5% L.A.R.	11.08	11.03	11.04	11.02	11.04	0.39
						0.45

Muestra	Largo(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 5% L.A.R.	21.10	21.01	21.07	21.03	21.05	0.25
L. + 5% L.A.R.	21.08	21.03	21.05	21.04	21.05	0.24
L. + 5% L.A.R.	21.09	21.04	21.03	21.05	21.05	0.25
L. + 5% L.A.R.	21.07	21.03	21.04	21.04	21.05	0.21
L. + 5% L.A.R.	21.08	21.03	21.04	21.01	21.04	0.19
						0.23

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

Largo :	21	cm
Ancho :	11	cm
Altura :	7	cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP N° 226	GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_401
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 2% CENIZA DE ECUALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

Muestra	Alto(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 2% C.E.	7.05	7.00	7.03	7.01	7.02	0.32
L. + 2% C.E.	7.03	7.01	7.02	7.00	7.02	0.21
L. + 2% C.E.	7.04	7.02	7.01	7.00	7.02	0.25
L. + 2% C.E.	7.03	7.01	7.00	7.02	7.02	0.21
L. + 2% C.E.	7.04	7.00	7.01	7.01	7.02	0.21
						0.24

Muestra	Ancho(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 2% C.E.	11.04	10.99	11.02	11.01	11.02	0.14
L. + 2% C.E.	11.02	11.00	11.01	11.01	11.01	0.09
L. + 2% C.E.	11.03	11.01	11.00	11.02	11.02	0.14
L. + 2% C.E.	11.02	11.00	11.01	10.99	11.01	0.05
L. + 2% C.E.	11.03	11.00	11.01	11.00	11.01	0.09
						0.10

Muestra	Largo(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 2% C.E.	21.05	20.99	21.03	21.01	21.02	0.10
L. + 2% C.E.	21.03	21.00	21.01	21.02	21.02	0.07
L. + 2% C.E.	21.04	21.01	21.00	21.02	21.02	0.08
L. + 2% C.E.	21.03	21.01	21.02	21.00	21.02	0.07
L. + 2% C.E.	21.04	21.00	21.01	20.99	21.01	0.05
						0.07

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

Largo :	21	cm
Ancho :	11	cm
Altura :	7	cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_401
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 4% CENIZA DE ECUALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

Muestra	Alto(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 4% C.E.	7.07	7.01	7.04	7.02	7.04	0.50
L. + 4% C.E.	7.05	7.02	7.03	7.01	7.03	0.39
L. + 4% C.E.	7.06	7.03	7.02	7.01	7.03	0.43
L. + 4% C.E.	7.05	7.03	7.01	7.03	7.03	0.43
L. + 4% C.E.	7.06	7.01	7.03	7.02	7.03	0.43
						0.44

Muestra	Ancho(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 4% C.E.	11.06	11.00	11.04	11.02	11.03	0.27
L. + 4% C.E.	11.04	11.01	11.03	11.02	11.03	0.23
L. + 4% C.E.	11.05	11.02	11.01	11.03	11.03	0.25
L. + 4% C.E.	11.04	11.01	11.02	11.02	11.02	0.20
L. + 4% C.E.	11.05	11.01	11.02	11.00	11.02	0.18
						0.23

Muestra	Largo(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 4% C.E.	21.07	21.00	21.05	21.02	21.04	0.17
L. + 4% C.E.	21.05	21.01	21.03	21.02	21.03	0.13
L. + 4% C.E.	21.06	21.03	21.03	21.01	21.03	0.15
L. + 4% C.E.	21.05	21.02	21.01	21.03	21.03	0.13
L. + 4% C.E.	21.06	21.01	21.03	21.00	21.03	0.12
						0.14

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

Largo :	21	cm
Ancho :	11	cm
Altura :	7	cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhangari Carlos Incacari Coaquira 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. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_401
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 6% CENIZA DE ECUALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

Muestra	Alto(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 6% C.E.	7.09	7.02	7.06	7.03	7.05	0.71
L. + 6% C.E.	7.07	7.03	7.04	7.02	7.04	0.57
L. + 6% C.E.	7.08	7.04	7.03	7.02	7.04	0.61
L. + 6% C.E.	7.06	7.03	7.02	7.04	7.04	0.54
L. + 6% C.E.	7.07	7.02	7.04	7.03	7.04	0.57
						0.60

Muestra	Ancho(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 6% C.E.	11.08	11.01	11.05	11.03	11.04	0.39
L. + 6% C.E.	11.06	11.02	11.04	11.03	11.04	0.34
L. + 6% C.E.	11.07	11.03	11.02	11.04	11.04	0.36
L. + 6% C.E.	11.05	11.02	11.03	11.03	11.03	0.30
L. + 6% C.E.	11.06	11.02	11.03	11.01	11.03	0.27
						0.33

Muestra	Largo(cm)					
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio	V(%)
L. + 6% C.E.	21.09	21.01	21.06	21.03	21.05	0.23
L. + 6% C.E.	21.07	21.02	21.04	21.03	21.04	0.19
L. + 6% C.E.	21.08	21.04	21.03	21.02	21.04	0.20
L. + 6% C.E.	21.06	21.03	21.02	21.04	21.04	0.18
L. + 6% C.E.	21.07	21.02	21.04	21.01	21.04	0.17
						0.19

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

Largo :	21	cm
Ancho :	11	cm
Altura :	7	cm

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

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLERA ARTESANAL	1.40	1.50	1.50	1.60
LADRILLERA ARTESANAL	1.50	1.60	1.40	1.50
LADRILLERA ARTESANAL	1.60	1.50	1.50	1.40
LADRILLERA ARTESANAL	1.50	1.40	1.60	1.50
LADRILLERA ARTESANAL	1.40	1.50	1.50	1.60
PROMEDIO (mm)	1.48	1.50	1.50	1.52
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.49			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.51			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.50			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. 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, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L.A. + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLO + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.50	1.60	1.60	1.70
LADRILLO + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.60	1.70	1.50	1.60
LADRILLO + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.70	1.60	1.60	1.50
LADRILLO + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.60	1.50	1.70	1.60
LADRILLO + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.50	1.60	1.60	1.70
PROMEDIO (mm)	**1.58**	**1.60**	**1.60**	**1.62**
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	**1.59**			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	**1.61**			
ALABEO PROMEDIO (mm)	**1.60**			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incatari Coaquira 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. 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, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L.A. + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLO + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.60	1.70	1.70	1.80
LADRILLO + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.70	1.80	1.60	1.70
LADRILLO + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.80	1.70	1.70	1.60
LADRILLO + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.70	1.60	1.80	1.70
LADRILLO + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.60	1.70	1.70	1.80
PROMEDIO (mm)	**1.68**	**1.70**	**1.70**	**1.72**
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	**1.69**			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	**1.71**			
ALABEO PROMEDIO (mm)	**1.70**			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. 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, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L.A. + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLO + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.70	1.80	1.80	1.90
LADRILLO + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.80	1.90	1.70	1.80
LADRILLO + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.90	1.80	1.80	1.70
LADRILLO + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.80	1.70	1.90	1.80
LADRILLO + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES	1.70	1.80	1.80	1.90
PROMEDIO (mm)	**1.78**	**1.80**	**1.80**	**1.82**
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	**1.79**			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	**1.81**			
ALABEO PROMEDIO (mm)	**1.80**			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. 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, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L.A. + 2% CENIZA DE ECUALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLO + 2% CENIZA DE ECUALIPTO	1.50	1.60	1.60	1.70
LADRILLO + 2% CENIZA DE ECUALIPTO	1.60	1.70	1.50	1.70
LADRILLO + 2% CENIZA DE ECUALIPTO	1.50	1.50	1.50	1.50
LADRILLO + 2% CENIZA DE ECUALIPTO	1.60	1.50	1.70	1.60
LADRILLO + 2% CENIZA DE ECUALIPTO	1.50	1.60	1.60	1.70
PROMEDIO (mm)	1.54	1.58	1.58	1.64
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	1.56			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	1.61			
ALABEO PROMEDIO (mm)	1.59			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L.A. + 4% CENIZA DE ECUALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLO + 4% CENIZA DE ECUALIPTO	1.60	1.70	1.70	1.80
LADRILLO + 4% CENIZA DE ECUALIPTO	1.60	1.50	1.60	1.70
LADRILLO + 4% CENIZA DE ECUALIPTO	1.70	1.70	1.50	1.80
LADRILLO + 4% CENIZA DE ECUALIPTO	1.70	1.60	1.80	1.70
LADRILLO + 4% CENIZA DE ECUALIPTO	1.60	1.70	1.70	1.80
PROMEDIO (mm)	**1.64**	**1.64**	**1.66**	**1.76**
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	**1.65**			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	**1.70**			
ALABEO PROMEDIO (mm)	**1.68**			

OBSERVACIONES: -

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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613, ASTM C76)	Código	FRM_GR_EM_402
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 28/08/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	L.A. + 6% CENIZA DE ECUALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
LADRILLO + 6% CENIZA DE ECUALIPTO	1.70	1.80	1.80	1.90
LADRILLO + 6% CENIZA DE ECUALIPTO	1.60	1.80	1.70	1.70
LADRILLO + 6% CENIZA DE ECUALIPTO	1.90	1.80	1.70	1.70
LADRILLO + 6% CENIZA DE ECUALIPTO	1.80	1.70	1.90	1.80
LADRILLO + 6% CENIZA DE ECUALIPTO	1.70	1.80	1.80	1.90
PROMEDIO (mm)	**1.74**	**1.78**	**1.78**	**1.80**
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)	**1.76**			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)	**1.79**			
ALABEO PROMEDIO (mm)	**1.78**			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhostatan Carlos Incacari Coaquira 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. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_405
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 01/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO ARTESANAL	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ROTURA	ÁREA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	LADRILLO ARTESANAL			01/09/2025	232.10	10350	44.59
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.10	11.00	7.20				
2	LADRILLO ARTESANAL			01/09/2025	227.81	10700	46.97
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	20.90	10.90	7.10				
3	LADRILLO ARTESANAL			01/09/2025	228.96	11000	48.04
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.20	10.80	7.20				
4	LADRILLO ARTESANAL			01/09/2025	226.80	10900	48.06
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	10.80	7.20				
5	LADRILLO ARTESANAL			01/09/2025	231.00	11300	48.92
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	11.00	7.10				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							47.32

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incacari Coaquira 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. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_405
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 01/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA Nº	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ROTURA	ÁREA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	LADRILLO A. + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	232.10	11837	51.00
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.10	11.00	7.20				
2	LADRILLO A. + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	227.81	11866	52.09
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	20.90	10.90	7.10				
3	LADRILLO A. + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	228.96	11798	51.53
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.20	10.80	7.20				
4	LADRILLO A. + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	226.80	11754	51.83
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	10.80	7.20				
5	LADRILLO A. + 1% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	231.00	11821	51.17
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	11.00	7.10				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							51.52

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhanpier Carlos Incacari Coaquira 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. 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 DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_405
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 7

SOLICITANTE	: Br. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 01/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA Nº	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ROTURA	ÁREA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	LADRILLO A. + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	232.10	12765	55.00
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.10	11.00	7.20				
2	LADRILLO A. + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	227.81	12802	56.20
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	20.90	10.90	7.10				
3	LADRILLO A. + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	228.96	12788	55.85
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.20	10.80	7.20				
4	LADRILLO A. + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	226.80	12685	55.93
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	10.80	7.20				
5	LADRILLO A. + 3% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	231.00	12755	55.22
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	11.00	7.10				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F´b)							55.64

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Inocaari Coaquira 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. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_405
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 01/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA Nº	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ROTURA	ÁREA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	LADRILLO A. + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	232.10	12301	53.00
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.10	11.00	7.20				
2	LADRILLO A. + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	227.81	12268	53.85
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	20.90	10.90	7.10				
3	LADRILLO A. + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	228.96	12335	53.87
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.20	10.80	7.20				
4	LADRILLO A. + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	226.80	12257	54.04
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	10.80	7.20				
5	LADRILLO A. + 5% LODO DE AGUAS RESIDUALES			01/09/2025	231.00	12398	53.67
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	11.00	7.10				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							53.69

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhogatan Carlos Incacari Coaquira 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. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_455
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 01/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 2% CENIZA DE EUCALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ROTURA	ÁREA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	LADRILLO A. + 2% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	232.10	12069	52.00
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.10	11.00	7.20				
2	LADRILLO A. + 2% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	227.81	12048	52.89
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	20.90	10.90	7.10				
3	LADRILLO A. + 2% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	228.96	12087	52.79
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.20	10.80	7.20				
4	LADRILLO A. + 2% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	226.80	12089	53.30
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	10.80	7.20				
5	LADRILLO A. + 2% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	231.00	12081	52.30
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	11.00	7.10				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							52.66

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incocari Coaquira 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. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_405
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 01/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 4% CENIZA DE EUCALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ROTURA	ÁREA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	LADRILLO A. + 4% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	232.10	12533	54.00
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.10	11.00	7.20				
2	LADRILLO A. + 4% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	227.81	12468	54.82
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	20.90	10.90	7.10				
3	LADRILLO A. + 4% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	228.96	12475	54.49
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.20	10.80	7.20				
4	LADRILLO A. + 4% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	226.80	12448	54.88
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	10.80	7.20				
5	LADRILLO A. + 4% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	231.00	12455	53.92
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	11.00	7.10				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F´b)							54.42

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonaldn Carlos Incacari Coaquira 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. V°B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67)	Código	FRM_GR_EM_405
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 7

SOLICITANTE	: Sr. FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA	FECHA MUESTREO	: 01/09/2025
PROYECTO	: TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025	MUESTREADO POR	: F. B. P. Y.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: LABORATORIO GEORAAS	LADRILLO A. + 6% CENIZA DE EUCALIPTO	
		FECHA EXPEDICIÓN	: 05/09/2025

MUESTRA Nº	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ROTURA	ÁREA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	LADRILLO A. + 6% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	232.10	11837	51.00
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.10	11.00	7.20				
2	LADRILLO A. + 6% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	227.81	11765	51.64
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	20.90	10.90	7.10				
3	LADRILLO A. + 6% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	228.96	11702	51.11
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.20	10.80	7.20				
4	LADRILLO A. + 6% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	226.80	11759	51.85
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	10.80	7.20				
5	LADRILLO A. + 6% CENIZA DE EUCALIPTO			01/09/2025	231.00	11788	51.03
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)				
	21.00	11.00	7.10				
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							51.33

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
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. V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X] Fecha de entrega: 19-05-2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: FRANKLIN BENJAMIN PASACA YANAPA
Dirección: Jr. 16 DE DICIEMBRE Mz. A Lt.30 Urb. HUANCANE
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70608911
Teléfono: 934 151 945 email: franklinapp.21@gmail.com
Nombres y Apellidos:
Dirección:
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:
Teléfono: email:
Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL
Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
Asesor: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]
Título: EFECTO DE LA ADICIÓN DE LODO DE AGUAS RESIDUALES Y CENIZA DE EUCALIPTO SOBRE LAS PROPIEDADES DEL LADRILLO ARTESANAL ELABORADOS EN EL DISTRITO DE JULIACA 2025
Palabras claves, (3 a 5 términos): LADRILLO ARTESANAL, LODO DE AGUAS RESIDUALES, CENIZA DE EUCALIPTO, PROPIEDADES FÍSICAS, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV [1, 2]?

1

[1] Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.
[2] Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Titulo ☐ 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)

☒ Si, 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 comérciales 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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

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.

[X] Internacional

[ ] Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

Firma de Autor	huella digital	Fecha
		19-05-2026

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/