



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE
CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA
DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO
EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE
CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA
DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO
EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ
PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. ARNALDO YANA TORRES


PRIMER MIEMBRO

: 
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Ing. WILFREDO DAVID SUÑO PACORI

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 191-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de abril del 2025.

VISTO: El expediente N° 2025- 004421 presentado por el (la) Bachiller: **SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ** 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. **SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO**, 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. **ARNALDO YANA TORRES**
- * **1er Miembro** : Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- * **2do Miembro** : Ing. **WILFREDO DAVID SUPO PACORI**

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

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 10 de abril del 2025
- * **HORA** : 08:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

[Firma]
M. Sc. **WALTER J. LIZARRAGA ARMAZA**
DECANO (e)
CIP. 70808



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

[Firma]
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 245-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 29 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 05214 presentado por el señor (a) **SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 286 - 2024-UI-FICP-UANCV/I**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 043 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. **Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 043 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), Dr. **MILTHON QUISPE HUANCA**.

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
MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
DIRECTOR
Dr. Eirain Patricia Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivos
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 093-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de marzo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-01116, presentado por el señor (a) SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 098-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 33-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 33-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO**.

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 o (la) Bachiller: **SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. Efraim Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
3	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46023289
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-7975-4035
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02428673
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	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Huancané Distrito: Vilquechico Latitud: S 15° 12' 55" Longitud: O 69° 41' 26"</p>  <p>https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1XRuPxd1S5e58</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 - Abril 2025
URL de disciplinas OCDE	<p>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</p>
- Librería	



 Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ, identificado con DNI

Nro. 46023289, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA
ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO
EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 20 de mayo del 2023

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis padres, cuya constante orientación, amor y sacrificio han sido el pilar fundamental en mi vida. Gracias por su apoyo incondicional y por brindarme siempre las herramientas necesarias para alcanzar mis metas. Esta tesis es el reflejo de su esfuerzo y de todo lo que he aprendido gracias a ustedes. Con todo mi cariño y gratitud, dedico este logro a ambos.



AGRADECIMIENTO

Primero, agradezco a Dios, fuente de mi fortaleza y guía, por darme la sabiduría, paciencia y determinación para concluir este proyecto. Su amor y dirección han sido fundamentales en cada paso de este proceso.

Asimismo, extiendo mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me apoyaron a lo largo de este camino. A mis profesores y colegas por su orientación, consejo y apoyo inquebrantable. A mi familia, cuyo respaldo y comprensión fueron esenciales en momentos de dificultad. Y a todos aquellos que, con su tiempo y conocimientos, contribuyeron a que esta tesis fuera posible. A cada uno de ustedes, les agradezco de corazón por ser parte de este logro.



ACRÓNIMOS

AC	: Adobe convencional
CES	: Ceniza de estiércol
CEC	: Ceniza de eucalipto
E.080	: Norma Diseño y construcción con tierra reforzada
NTP	: Norma Técnica Peruana
ASTM	: Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ACRÓNIMOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática	16
1.2 Planteamiento del problema	17
1.2.1 Problema general	17
1.2.2 Problemas específicos.....	17
1.3 Objetivos de la investigación	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
1.4 Justificación de la investigación.....	18
1.4.1 Justificación técnica.....	18
1.4.2 Justificación económica.....	19
1.4.3 Justificación social.....	19
1.4.4 Justificación ambiental.....	19
1.5 Hipótesis de la investigación	20
1.5.1 Hipótesis general.....	20
1.5.2 Hipótesis específicas	20
1.6 Variables e indicadores	20
1.6.1 Variable independiente	20



1.6.2	Variable dependiente.....	20
1.7	Operacionalización de variables.....	21

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	22
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	24
2.1.3	Antecedentes regionales	27
2.2	Bases teóricas.....	30
2.2.1	Tierra.....	30
2.2.2	Adobe.....	31
2.2.3	Producción de adobe.....	39
2.2.4	Propiedades del adobe.....	43
2.2.5	Vulnerabilidad del adobe	48
2.2.6	Cenizas	50
2.3	Marco conceptual.....	59

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la investigación	61
3.2	Métodos de la investigación	62
3.3	Tipo, enfoque y nivel de investigación	63
3.3.1	Tipo de la investigación	63
3.3.2	Enfoque de investigación.....	63
3.3.3	Nivel de la investigación	64
3.4	Población y muestra de la investigación.....	65
3.4.1	Población.....	65
3.4.2	Muestra	65
3.4.3	Muestreo	66
3.5	Técnicas e instrumentos.....	67
3.5.1	Técnicas.....	67



3.5.2 Instrumentos.....	68
3.6 Validación y confiabilidad del instrumento	68
3.6.1 Validación de los instrumentos	68
3.6.2 Confiabilidad de instrumentos.....	69
3.7 Procedimiento de recolección de datos	69
3.7.1 Recolección de material	69
3.7.2 Ensayos en laboratorio	70
3.8 Procesamiento y análisis de datos	80

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados.....	81
4.1.1 Propiedades del adobe convencional en el distrito de Vilquechico	81
4.1.2 Adición de cenizas de estiércol en el adobe convencional.....	94
4.1.3 Adición de ceniza de eucalipto en el adobe convencional	106
4.2 Discusión de resultados	125
CONCLUSIONES.....	129
RECOMENDACIONES.....	131
REFERENCIAS	133
ANEXOS	139



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	21
Tabla 2 Composición química de las cenizas de estiércol	54
Tabla 3 Composición química de la ceniza de eucalipto.....	58
Tabla 4 Cantidad de muestras.....	66
Tabla 5 Tamaños de las partículas- M1.....	82
Tabla 6 Tamaños de las partículas- M2.....	83
Tabla 7 Tamaños de las partículas- M3.....	84
Tabla 8 Tamaños de las partículas- M4.....	85
Tabla 9 Límites de Atterberg	86
Tabla 10 Humedad del suelo natural	86
Tabla 11 Adobe - porcentaje de absorción	87
Tabla 12 Adobes estándar- succión	88
Tabla 13 Variabilidad en las medidas - largo	88
Tabla 14 Variabilidad en las medidas - ancho	89
Tabla 15 Variabilidad en las medidas - altura	89
Tabla 16 Alabeo del adobe.....	90
Tabla 17 Adobes – rotura a compresión 7	90
Tabla 18 Adobes – rotura a compresión 14	91
Tabla 19 Adobes – rotura a compresión 28	91
Tabla 20 Adobes – rotura a tracción 7.....	92
Tabla 21 Adobes – rotura a tracción 14.....	92
Tabla 22 Adobes – rotura a tracción 28.....	92
Tabla 23 Adobe – rotura de pilas 7.....	93
Tabla 24 Adobe – rotura de pilas 14.....	93
Tabla 25 Adobe – rotura de pilas 28.....	93
Tabla 26 Humedad con el 3% de cenizas de estiércol.....	94



Tabla 27 Humedad con el 5% de cenizas de estiércol.....	94
Tabla 28 Humedad con el 8% de cenizas de estiércol.....	94
Tabla 29 Porcentaje de absorción-adobes con 3% de ceniza de estiércol.....	95
Tabla 30 Porcentaje de absorción-adobes con 5% de ceniza de estiércol.....	95
Tabla 31 Porcentaje de absorción-adobes con 8% de ceniza de estiércol.....	95
Tabla 32 Succión del adobe con 3% de cenizas de estiércol.....	96
Tabla 33 Succión del adobe con 5% de cenizas de estiércol.....	96
Tabla 34 Succión del adobe con 8% de cenizas de estiércol.....	96
Tabla 35 Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 7 días.....	97
Tabla 36 Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 14 días.....	97
Tabla 37 Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 28 días.....	97
Tabla 38 Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 7 días.....	98
Tabla 39 Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 14 días.....	98
Tabla 40 Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 28 días.....	98
Tabla 41 Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 7 días.....	99
Tabla 42 Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 14 días.....	99
Tabla 43 Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 28 días.....	99
Tabla 44 Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 7 días.....	100
Tabla 45 Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 14 días.....	100
Tabla 46 Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 28 días.....	100
Tabla 47 Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 7 días.....	101
Tabla 48 Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 14 días.....	101
Tabla 49 Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 28 días.....	101
Tabla 50 Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 7 días.....	102
Tabla 51 Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 14 días.....	102
Tabla 52 Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 28 días.....	102
Tabla 53 Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 7 días.....	103
Tabla 54 Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 14 días.....	103



Tabla 55 Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 28 días.....	103
Tabla 56 Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 7 días.....	104
Tabla 57 Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 14 días.....	104
Tabla 58 Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 28 días.....	104
Tabla 59 Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 7 días.....	105
Tabla 60 Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 14 días.....	105
Tabla 61 Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 28 días.....	105
Tabla 62 Humedad con el 3% de ceniza de eucalipto	106
Tabla 63 Humedad con el 5% de ceniza de eucalipto	106
Tabla 64 Humedad con el 8% de ceniza de eucalipto	106
Tabla 65 Porcentajes de absorción-Adobes con 3% de cenizas de estiércol.....	107
Tabla 66 Porcentaje de absorción-adobes con 5% de ceniza de eucalipto.....	107
Tabla 67 Porcentaje de absorción-adobes con 8% de ceniza de eucalipto.....	107
Tabla 68 Succión del adobe con 3% de ceniza de eucalipto	108
Tabla 69 Succión del adobe con 5% de ceniza de eucalipto	108
Tabla 70 Succión del adobe con 8% de ceniza de eucalipto	108
Tabla 71 Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 7 días	109
Tabla 72 Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 14 días	109
Tabla 73 Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 28 días	109
Tabla 74 Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 7 días	110
Tabla 75 Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 14 días	110
Tabla 76 Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 28 días	110
Tabla 77 Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 7 días	111
Tabla 78 Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 14 días	111
Tabla 79 Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 28 días	111
Tabla 80 Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 7 días	112
Tabla 81 Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 14 días	112
Tabla 82 Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 28 días	112



Tabla 83 Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 7 días	113
Tabla 84 Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 14 días	113
Tabla 85 Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 28 días	113
Tabla 86 Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 7 días	114
Tabla 87 Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 14 días	114
Tabla 88 Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 28 días	114
Tabla 89 Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 7 días	115
Tabla 90 Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 14 días	115
Tabla 91 Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 28 días	115
Tabla 92 Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 7 días	116
Tabla 93 Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 14 días	116
Tabla 94 Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 28 días	116
Tabla 95 Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 7 días	117
Tabla 96 Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 14 días	117
Tabla 97 Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 28 días	117



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El adobe.....	32
Figura 2 Micrografía de la ceniza volante.....	50
Figura 3 Estiércol vacuno.....	52
Figura 4 Cenizas de Estiércol	53
Figura 5 El eucalipto	56
Figura 6 Cenizas de eucalipto.....	57
Figura 7 Elaboración de muestras de unidades de adobe.....	66
Figura 8 Ensayo de absorción del adobe	76
Figura 9 Ensayo de succión del adobe.....	77
Figura 10 Ensayo a la compresión de la muestra del adobe	78
Figura 11 Ensayo a la tracción.....	79
Figura 12 Curva-M1	82
Figura 13 Curva-M2	83
Figura 14 Curva-M3	84
Figura 15 Curva-M4	85
Figura 16 Comparativa de ensayo de absorción	118
Figura 17 Comparativa de succión en las muestras	119
Figura 18 Comparativa de resistencia a la compresión	120
Figura 19 Comparativa de rotura a tracción	122
Figura 20 Comparativa de resistencia a compresión en pilas.....	124



RESUMEN

En el estudio titulado "Evaluación de las propiedades del adobe convencional con la adición de ceniza de estiércol y ceniza de eucalipto en el distrito de Vilquechico", se investigó cómo la adición de ceniza de estiércol y de eucalipto afecta las propiedades del adobe tradicional. Este diseño experimental utilizó adiciones de ceniza en porcentajes del 3%, 5% y 8%, para lo cual se fabricaron bloques de adobe destinados a pruebas físicas y mecánicas. Se empleó una metodología científica con un diseño experimental del tipo aplicado. Los bloques de control mostraron una humedad del 23.63%, absorción de 17.15% y succión de 18.06 cm²/min. En cuanto a resistencia, alcanzaron 12.19 kg/cm² en compresión, 0.83 kg/cm² en tracción y 6.94 kg/cm² en pilas. Con la adición de ceniza de estiércol, la humedad se redujo, así como la absorción y succión. La resistencia a la compresión mejoró con las adiciones del 3% y 5%, alcanzando 13.66 y 14.96 kg/cm², pero disminuyó a 13.12 kg/cm² con el 8%. La resistencia a la tracción aumentó a 1.01, 1.68 kg/cm² con adiciones de 3% y 5%, respectivamente, pero disminuyó a 1.00 kg/cm² con adiciones del 8%. La compresión en pilas subió a 7.77 y 9.89 kg/cm² con las adiciones del 3% y 5%, pero bajó a 6.54 kg/cm² con el 8%. Con la ceniza de eucalipto, la humedad también disminuyó y la absorción y succión de igual manera. La resistencia a la compresión mejoró en todos los niveles, con valores de 14.18, 15.32 y 16.08 kg/cm². La resistencia a la tracción subió a 1.10, 1.70 y 1.84 kg/cm², y la compresión en pilas aumentó a 8.00, 10.28 y 10.63 kg/cm². En conclusión, la adición de cenizas mejora las propiedades del adobe, variando según el tipo y proporción de ceniza utilizada.

Palabras Clave: Adobe convencional, cenizas de estiércol, ceniza de eucalipto.



ABSTRACT

The study entitled "Evaluation of the properties of conventional adobe with the addition of manure ash and eucalyptus ash in the Vilquechico district" investigated how the addition of manure ash and eucalyptus ash affects the properties of traditional adobe. This experimental design used ash additions in percentages of 3%, 5% and 8%, for which adobe blocks were manufactured for physical and mechanical tests. A scientific methodology was used with an experimental design of an applied type. The control blocks showed a humidity of 23.63%, absorption of 17.15% and suction of 18.06 cm²/min. In terms of strength, they reached 12.19 kg/cm² in compression, 0.83 kg/cm² in tension and 6.94 kg/cm² in piles. With the addition of manure ash, moisture was reduced, as well as absorption and suction. Compressive strength improved with the 3% and 5% additions, reaching 13.66 and 14.96 kg/cm², but decreased to 13.12 kg/cm² with 8%. Tensile strength increased to 1.01, 1.68 kg/cm² with 3% and 5% additions, respectively, but decreased to 1.00 kg/cm² with 8% additions. Pile compression increased to 7.77 and 9.89 kg/cm² with the 3% and 5% additions, but decreased to 6.54 kg/cm² with 8%. With eucalyptus ash, moisture also decreased and absorption and suction decreased as well. Compressive strength improved at all levels, with values of 14.18, 15.32 and 16.08 kg/cm². Tensile strength increased to 1.1, 1.70 and 1.84 kg/cm², and pile compression increased to 8.00, 10.28 and 10.63 kg/cm². In conclusion, the addition of ash improves the properties of the adobe, varying according to the type and proportion of ash used.

Keywords: Conventional adobe, manure ash, eucalyptus ash.



INTRODUCCIÓN

Desarrollo constructivo sostenible y aprovechamiento de materiales eco amigables han ganado un renovado interés en las últimas décadas, impulsados por la creciente preocupación global sobre cambios inducidos por el cambio climático y la degradación del medio natural. El adobe, un material de construcción tradicional compuesto por tierra, agua y fibras orgánicas, ha sido redescubierto como una alternativa viable y sostenible que no solo es compatible con el medio ambiente sino también económica y accesible en muchas regiones. Sin dejar de reconocer sus ventajas, el adobe convencional puede presentar limitaciones en términos de resistencia, lo que ha motivado la investigación de aditivos potenciales que puedan mejorar sus propiedades sin comprometer su sostenibilidad.

El distrito de Vilquechico, ubicado en una región con una profunda tradición en la construcción con adobe, ofrece un escenario óptimo para la exploración de innovaciones con este material. Dentro de esta dinámica, la ceniza de estiércol deriva de la quema de residuos ganaderos y la ceniza de eucalipto proveniente de la combustión de tallos y hojas; son materiales de opción preferida para encender fogones y hornos tradicionales en la zona. Estos materiales no solo satisfacen la cocción de los alimentos, sino que también proporciona calor donde las temperaturas son extremas. Además, poseen propiedades físicas y mecánicas que podrían contribuir considerablemente a la mejora de la resistencia del adobe, al tiempo que ofrecen una ruta de reciclaje para estos subproductos, alineándose con los principios de sostenibilidad y economía circular.

El enfoque principal de esta investigación es analizar las propiedades del adobe convencional con la adición de ceniza de estiércol y ceniza de eucalipto, dos subproductos agrícolas abundantes en el distrito que, hasta el momento, han sido subutilizados y mayormente considerados como desechos. Los resultados proporcionaran una base confiable para futuras investigaciones.



El objetivo principal de la investigación se expuso en el primer capítulo de este trabajo, en el que también se incluyó la definición de las variables importantes que sirvieron de base al estudio. A lo largo de todo este capítulo, se articularon de forma clara y concisa los objetivos del estudio y se destacó la importancia de la investigación en relación con su contexto. También se incluyeron en esta presentación las hipótesis preliminares que sirvieron de base para el desarrollo de la investigación.

El segundo capítulo estuvo dedicado a la construcción del marco teórico, donde se llevó a cabo una exhaustiva revisión de la literatura pertinente, abarcando teorías y conceptos clave propuestos por expertos en el área de estudio. Este análisis proporcionó una base sólida de conocimientos que sustentan la investigación, creando el contexto adecuado para las discusiones posteriores.

En el tercer capítulo, se detallaron de manera precisa los métodos y procedimientos utilizados durante la investigación. Esto incluyó una explicación detallada sobre la selección de los participantes, quienes fueron escogidos de acuerdo con criterios específicos para asegurar la relevancia de los resultados obtenidos en el estudio.

El cuarto capítulo estuvo centrado en la presentación de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, de manera clara y comprensible. Se emplearon tablas y gráficos como herramientas visuales para facilitar la interpretación de los datos y garantizar una mejor comprensión de los mismos. Además, se incluyó una discusión de los resultados, en la que se analizaron las implicancias y significados de los hallazgos.

Finalmente, en la conclusión, se sintetizaron los resultados más relevantes del estudio y se formularon recomendaciones basadas en estos resultados, sugiriendo posibles áreas para futuras investigaciones y consultas que amplíen el entendimiento sobre el tema tratado.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel global, la industria de la construcción enfrenta el desafío de buscar materiales de construcción sostenibles que no solo reduzcan el impacto ambiental, sino que también mejoren la resiliencia de las infraestructuras frente a desastres naturales. El adobe, siendo uno de los materiales de construcción más antiguos, resalta por su bajo costo y mínima huella ecológica. Sin embargo, su susceptibilidad a factores como la humedad y los sismos limita su aplicación, especialmente en regiones propensas a estos fenómenos. La obligación de perfeccionar las propiedades del adobe, manteniendo su sostenibilidad, es un desafío reconocido internacionalmente (Blondet et al., 2011).

En el territorio peruano, el adobe es un material constructivo tradicional en muchas áreas rurales y urbanas, particularmente en regiones andinas y costeras. La vulnerabilidad de estas estructuras quedó evidenciada en los terremotos de Pisco en 2007 y Arequipa en 2001, donde el colapso de edificaciones de adobe resultó en pérdidas significativas (Quiun et al., 2008). Aunque hay un creciente interés en técnicas de construcción sostenibles y resilientes, el país enfrenta la falta de investigación aplicada y desarrollo tecnológico específico para la mejora del adobe, lo que impide su optimización como material de construcción resiliente y ecológico (IPCC, 2023).



Específicamente, en el distrito de Vilquechico, la construcción con adobe sigue siendo prevalente debido a su accesibilidad económica y adaptabilidad al clima local. Sin embargo, las estructuras de adobe en esta región están expuestas a condiciones climáticas que pueden acelerar su deterioro, además de la amenaza latente de actividad sísmica. La falta de conocimientos técnicos y recursos para mejorar el adobe, junto con la escasa investigación local en aditivos naturales y accesibles como la ceniza de estiércol y la ceniza de eucalipto, limita las opciones de los residentes para fortalecer sus viviendas. La necesidad de investigar y validar técnicas de mejora del adobe que sean tanto efectivas como sostenibles es crítica para aumentar la seguridad y la durabilidad de las edificaciones en Vilquechico.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuáles son las propiedades del adobe convencional con la adición de ceniza de estiércol y ceniza de eucalipto en el distrito de Vilquechico?

1.2.2 *Problemas específicos*

- a. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del adobe convencional producidas en el distrito de Vilquechico?
- b. ¿Cuáles son las propiedades del adobe convencional con adición de ceniza de estiércol en proporciones de 3%, 5% y 8%?
- c. ¿Cuáles son las propiedades del adobe convencional con adición de ceniza de eucalipto en proporciones de 3%, 5% y 8%?



1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar las propiedades del adobe convencional con la adición de ceniza de estiércol y ceniza de eucalipto en el distrito de Vilquechico.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- a. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del adobe convencional producidas en el distrito de Vilquechico.
- b. Determinar las propiedades del adobe convencional con adición de ceniza de estiércol en proporciones de 3%, 5% y 8%.
- c. Determinar las propiedades del adobe convencional con adición de ceniza de eucalipto en proporciones de 3%, 5% y 8%.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 *Justificación técnica*

La justificación técnica se enfoca en la importancia y la factibilidad de poner en marcha una investigación sobre las propiedades mejoradas del adobe al incorporar ceniza de estiércol y ceniza de eucalipto. El adobe, un material básico en técnicas constructivas tradicionales de origen ancestral, ha sido utilizado a lo largo de milenios debido a su accesibilidad, abundancia y coste reducido. No obstante, a pesar de sus ventajas, el adobe presenta algunas limitaciones, especialmente en cuanto a su capacidad de resistencia mecánica, la cual es inferior en comparación con los materiales de construcción más avanzados y modernos que se utilizan actualmente en la industria. La adición de cenizas podría mejorar características como la resistencia, haciendo que el adobe sea más viable en contextos modernos de construcción. Además, este estudio llenara un vacío en la investigación existente sobre materiales de construcción sostenibles y sus optimizaciones para usos específicos.



1.4.2 Justificación económica

La justificación económica subraya el potencial de reducir los costos de construcción y promover la economía local mediante el uso de materiales disponibles localmente y subproductos de desechos. La utilización de ceniza de estiércol y ceniza de eucalipto, que son subproductos agrícolas y forestales comunes en el distrito de Vilquechico, podría disminuir la dependencia de materiales de construcción importados o más costosos, reduciendo así los gastos generales en proyectos de construcción. Este enfoque no solo es económicamente beneficioso para los constructores y propietarios de viviendas, sino que también puede estimular la economía local al promover la gestión y transformación de subproductos en materiales de construcción viables.

1.4.3 Justificación social

La justificación social se enfoca en los beneficios para la comunidad local, incluida la promoción de técnicas de construcción sostenibles y accesibles. Al mejorar las propiedades del adobe mediante aditivos locales como la ceniza, se puede impulsar el diseño y construcción de viviendas más resistentes y duraderas en comunidades con recursos limitados. Esto puede conducir a una mejora significativa en la calidad de vida, ofreciendo viviendas más seguras y confortables. Además, la transferencia de conocimientos y habilidades relacionadas con estas técnicas de construcción mejoradas puede empoderar a la comunidad local, promoviendo la autosuficiencia y la resiliencia.

1.4.4 Justificación ambiental

Finalmente, la justificación ambiental se basa en la difusión de métodos de construcción sustentables y la minimización del impacto ambiental. La incorporación de cenizas, un subproducto de procesos agrícolas y forestales, en materiales de construcción reduce la necesidad de desechar estos materiales, contribuyendo a la gestión de residuos. Además, al optimizar el uso de materiales locales y biodegradables como el adobe, se reduce la huella de carbono asociada con la producción y transporte de materiales de



construcción convencionales. Este enfoque no solo es beneficioso para el medio ambiente, sino que también alinea la construcción de viviendas con principios de sostenibilidad y conservación de recursos.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

La adición de ceniza de estiércol y ceniza de eucalipto mejoraran significativamente las propiedades del adobe convencional en el distrito de Vilquechico.

1.5.2 Hipótesis específicas

- a. Las propiedades del adobe convencional producido en el distrito de Vilquechico, establecerán una línea base que permitirá evaluar el impacto de la adición de cenizas.
- b. La adición de ceniza de estiércol en proporciones de 3%, 5% y 8% mejoraran las propiedades del adobe convencional.
- c. La adición de ceniza de eucalipto en proporciones de 3%, 5% y 8% mejoraran las propiedades del adobe convencional.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable independiente

Adición de ceniza de estiércol, y cenizas de eucalipto.

1.6.2 Variable dependiente

Evaluación de las propiedades del adobe.

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición
Ceniza de estiércol y ceniza de eucalipto	Las cenizas de estiércol se obtienen de la combustión completa de estiércol de animales.	Porcentaje	Dosificación del 3%, 5% y 8% de ceniza de estiércol y eucalipto	Plantilla de recolecta de datos
	Las cenizas de eucalipto se producen a partir de la quema de madera y hojas de eucalipto.			

Variable dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición
Propiedades del adobe	El adobe se caracteriza por ser un material económico, ecológico y de bajo impacto ambiental, ya que aprovecha recursos locales y tiene buenas propiedades térmicas, manteniendo temperaturas agradables en su interior.	Propiedades mecánicas y físicas.	Absorción. Succión, resistencia a compresión, tracción y resistencia a compresión de pilas.	Laboratorio de ensayos normalizados



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según Paul et al., (2023) en su investigación "Potencial de las cenizas residuales de cáscara de arroz y del cemento en la fabricación de bloques de tierra estabilizada comprimida: resistencia, durabilidad y evaluación del ciclo de vida.", busco investigar la eficacia de las cenizas de cascara de arroz y el cemento para producir bloques de tierra estabilizada, resistentes y duraderos ofreciendo una alternativa ambientalmente segura y económica a los materiales de construcción tradicionales. Para ello, se consideraron adiciones de cemento en porcentajes 4%, 6% y 8% y adiciones de ceniza de cascara de arroz en porcentajes 5%, 10%, 15% y 20%. Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, absorción de agua, inmersión y eflorescencia, para determinar la combinación ideal de ceniza de cascara de arroz y cemento para producir bloques de tierra estabilizada ideal. Los resultados demostraron que la mejor resistencia se alcanzó con 8% de cemento y 10% de cenizas de cascara de arroz, mientras que para contenidos de 4% y 6% de cementos las proporciones optimas de cenizas de cascara de arroz fueron 5% y 10% respectivamente. Sin embargo, los valores superiores al 15% de cenizas de cascara de arroz afectaron su resistencia.



Mientras que la prueba de agua y resistencias en estado húmedo indican que cantidades de cenizas de cascara de arroz entre 15% y 20% no son los adecuados desde el punto de vista de la durabilidad. Los bloques de tierra estabilizada con cemento y cenizas de cascara de arroz son materiales de construcción sostenibles con beneficios ambientales y económicos. Las cenizas de arroz y el cemento permiten aumentar la resistencia y la durabilidad de los bloques.

Según Morsy et al., (2022) en su investigación titulada "Reciclaje de cenizas de paja de arroz para producir ladrillos de adobe de geopolímero de baja conductividad térmica y resistentes a la humedad", se centraron en la producción de ladrillos de adobe geopolímeros utilizando ceniza de paja de arroz (RSA) como material estabilizante. Para optimizar las propiedades de los ladrillos de adobe, se evaluaron la densidad aparente, la absorción de agua, la resistencia a la compresión y la conductividad térmica del nuevo compuesto. Se realizaron pruebas con diferentes contenidos de RSA (0%, 5%, 10% y 20%) y de hidróxido sódico (2,5%, 5%, 7,5% y 10%) tras un periodo de curado de 28 días. Los resultados ponen de relieve que el aumento del contenido de RSA del 0% al 20% produjo un aumento de la resistencia a la compresión y una disminución de la densidad aparente, la absorción de agua y la conductividad térmica. Además, el aumento del hidróxido de sodio del 2,5% al 10% produjo un aumento de la densidad aparente y la resistencia a la compresión, y una disminución de la absorción de agua. Las condiciones óptimas para minimizar la densidad aparente, la absorción de agua y la conductividad térmica, al tiempo que se optimizaba la resistencia compresiva, fueron un 10% de hidróxido de sodio y un 20% de RSA. En estas condiciones, se alcanzaron valores mínimos de 1,463 g/cm³ para la densidad aparente, 8,3% para la absorción de agua y 0,46 W/(m-K) para la conductividad térmica, mientras que la resistencia máxima a la compresión fue de 2,1 MPa después de 28 días. Este material mezclado, con un 20% de RSA y un 10% de hidróxido sódico, se presenta como una opción eficaz para la construcción de ladrillos de adobe ligeros, con



baja conductividad térmica y resistencia a la humedad, manteniendo al mismo tiempo una elevada resistencia.

De acuerdo a lo expuesto por Alka et al., (2024) en su investigación "Mejorando las propiedades de los ladrillos de adobe de tierra utilizando ceniza de cáscara de maní e hidróxido de potasio", busca estudiar la relación del adobe de tierra, la ceniza de cascara de maní y el óxido de potasio, evaluando su resistencia compresiva; se adiciono al adobe de tierra el hidróxido de potasio (KOH) con un pH de 10 y ceniza de cáscara de maní en proporciones de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%. Se moldearon 12 adobes por cada mezcla y se sometieron a pruebas de resistencia compresiva tras 7, 14 y 28 días de curado. Adicionalmente, se realizó una prueba de absorción de agua a los 28 días para observar cambios en el volumen y pérdida de partículas. Los resultados de resistencia compresiva más bajos y más altos fueron de 1.03N/mm^2 y 1.85N/mm^2 a los 7 días, 1.06N/mm^2 y 1.68N/mm^2 a los 14 días, y 1.11N/mm^2 y 1.70N/mm^2 respectivamente a los 28 días de curado. Las pruebas realizadas en los adobes estabilizados demostraron una mayor resistencia en comparación con los no estabilizados, lo que confirma el aumento de resistencia con la estabilización. Por lo tanto, se concluye que el uso de ceniza de cáscara de maní como relleno, en combinación con una solución de hidróxido de potasio (pH 10), mejora las propiedades mecánicas del adobe, convirtiéndose en un material adecuado para aplicaciones en la industria de la construcción.

2.1.2 *Antecedentes nacionales*

Según Vilca Joaquin, (2022) en su investigación titulada "Evaluación de las características del ladrillo de adobe adicionando cenizas de eucalipto como material cementicio, 2021", se planteó como objetivo de analizar cómo las cenizas de eucalipto mejoran las propiedades del adobe. Para ello, se llevó a cabo un diseño de investigación experimental en el que se incorporaron cenizas de eucalipto en porcentajes de 10%, 30% y 50% durante la elaboración de ladrillos de adobe, con el propósito de determinar su



resistencia. Los resultados demostraron que la resistencia a la compresión aumentó a 15.1kg/cm², 16.3kg/cm² y 16.9kg/cm² para las proporciones de 10%, 30% y 50%, respectivamente, en comparación con los 14.6kg/cm² de un adobe convencional, evidenciando una mejora en la capacidad del adobe para soportar cargas de área. Asimismo, la resistencia a la flexión se incrementó a 5.6kg/cm², 7.8kg/cm² y 8.6kg/cm² en las mismas proporciones, frente a los 4.9 kg/cm² de un adobe convencional, lo que demuestra que el adobe con la adición de cenizas presenta una mayor resistencia al módulo de rotura frente a cargas perpendiculares. Por otro lado, la resistencia a la tracción se elevó a 1.01kg/cm², 1.21kg/cm² y 1.43kg/cm², en comparación con los 0.96 kg/cm² de un adobe convencional, demostrando un comportamiento óptimo del ladrillo de adobe frente a fuerzas de estiramiento que incrementan hasta alcanzar un punto de rotura. Finalmente se puede afirmar que la incorporación de cenizas de eucalipto mejora significativamente las propiedades del adobe, incrementando su resistencia. Esto evidencia que las cenizas de eucalipto actúan como un material fortalecedor en comparativa con el adobe tradicional.

Según Javiliano, (2023) en su investigación titulada “Estabilización del adobe con adición de ceniza de hoja de eucalipto para su uso en viviendas rurales, Piscobamba – 2022”, se realizó con la intención de maximizar su utilización en la vivienda rural en Piscobamba durante el año 2022, se esperaba que la incorporación de porcentajes específicos de ceniza de hoja de eucalipto tuviera una influencia sustancial en la resistencia compresiva del material. Veinte unidades de Adobe sirvieron tanto de población como de muestra para la técnica utilizada, que se basó en un enfoque aplicativo y cuantitativo. Según los resultados, se observó un incremento de la resistencia compresiva en comparación con el material de adobe convencional a medida que incrementaba la cantidad de ceniza de hoja de eucalipto incluida en el proceso de fabricación. Tanto el tratamiento T4 (adobe con un 5% de ceniza de hoja de eucalipto) como el T5 (adobe con un 7,5% de ceniza de hoja de eucalipto) destacaron por su



resistencia a la compresión, que fue de 30,50 kg/cm² para el T4 y de 30,28 kg/cm² para el T5, respectivamente. En términos de rendimiento, les siguieron el T6 (adobe con 10% de ceniza de hoja de eucalipto) y el T3 (adobe con 2,5% de ceniza de hoja de eucalipto), mostrándose ambos estadísticamente comparables. En conclusión, los tratamientos T2 (adobe con 1,5% de ceniza de hoja de eucalipto) y T1 (adobe normal con 0% de ceniza de hoja de eucalipto) demostraron la menor resistencia. En conclusión, se observó que la mezcla de adobe que contenía un 5% de ceniza de hoja de eucalipto presentaba el mayor nivel de resistencia. Esta mezcla superó tanto al adobe convencional como a otras combinaciones que contenían diversos grados de ceniza. Por lo tanto, es posible afirmar que la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto al adobe resulta en una mejora sustancial de sus cualidades. Los porcentajes de 5% y 7,5% representan los resultados más notables, superando en más de un cien por cien la resistencia del adobe ordinario, que se mide en 13,52 kg/cm².

Según Calla, (2023) en su investigación titulada "Resistencia a compresión del adobe estabilizado incorporando ceniza de carbón y aserrín de madera, Cajamarca 2022", el objetivo de esta investigación fue determinar la resistencia compresiva de adobes estabilizados mediante la incorporación de ceniza de carbón y aserrín de madera en porcentajes específicos. Este objetivo se logró mediante la ejecución de una investigación experimental que involucró la evaluación de las características físicas del suelo, así como la producción de sesenta unidades de bloques de adobe con dimensiones de 15 centímetros por 15 centímetros por 10 centímetros utilizando la máquina CINVA RAM. De acuerdo con el sistema de clasificación, estos bloques se dividieron en tres categorías distintas: bloques de adobe normales, bloques de adobe que contenían 3% y 5% de cenizas de carbón, y bloques de adobe que contenían 2% y 3% de serrín de madera de eucalipto. Según los resultados de la prueba de compresión, el adobe tradicional tenía una resistencia de 38,57 kilogramos por centímetro cuadrado de material. Por otro lado, los adobes que incluían un 3% y un 5% de ceniza de carbón exhibieron resistencias de

55,45 kg/cm² y 25,93 kg/cm², respectivamente. De manera similar, los adobes que contenían 2% y 3% de aserrín de madera reportaron resistencias de 25.76 kg/cm² y 25.90 kg/cm², respectivamente. Como conclusión, queda claro que la incorporación de ceniza de carbón vegetal en un porcentaje del tres por ciento en la mezcla de adobe produce un aumento considerable de la resistencia a la compresión de la mezcla de adobe en un cuarenta y siete por ciento. Este descubrimiento implica que la integración de cenizas de carbón puede ser una técnica eficaz para mejorar las características mecánicas del adobe, presentando así una opción más resistente y sostenible en la industria de la construcción.

2.1.3 Antecedentes regionales

Según Aragón, (2021) en su investigación titulada "Análisis de las propiedades físico-mecánicas y térmicas del adobe con incorporación de ceniza de quinua y guano, Caracoto – Puno, 2021", el propósito general es determinar cómo influye la incorporación de ceniza de quinua y guano para mejorar las propiedades del adobe. Para realizar el estudio se eligió una técnica de tipo aplicativo con un diseño experimental. De las pruebas realizadas se obtuvieron resultados sustanciales en términos de resistencia compresiva. Se encontró que el adobe convencional tenía una resistencia de 12,84 kg/cm², pero la integración de 10% de ceniza de quinua resultó en una resistencia que alcanzó su valor más alto posible de 16,37 kg/cm². En cuanto a la resistencia admisible a la compresión en pilotes, se observó que el material de adobe convencional adquirió un valor de 9,81 kg/cm². Sin embargo, la mayor resistencia posible se alcanzó con la inclusión de un 10% de ceniza de quinua, que dio como resultado un valor de 11,47 kg/cm². Con cualquiera de las mejoras que se introdujeron en la unidad Adobe, no se observó una mejora perceptible en la absorción. En cuanto a la medición de la temperatura, se determinó que la hora clave era a las 05:00 horas del día. A esa hora, la integración de 10% de guano demostró un desempeño superior, con un valor de 6,10 grados Celsius, superior al del adobe normal. Se observó que la adición de ceniza de quinua resultó en un aumento más visible del porcentaje de absorción, lo que fue indicado por las características físicas del



adobe. En particular, el porcentaje de ceniza de quinua que se incorporó fue el que demostró un mayor rendimiento. Fue capaz de superar la resistencia del adobe convencional con un valor de 16,37 kg/cm². Por otro lado, la incorporación de 10% de guano demostró la menor resistencia, con un valor de 10,99 kg/cm², que no fue suficiente para cumplir con los estándares mínimos que fueron definidos por la Norma E-080.

Según Chahuara, (2022) en su investigación titulada "Influencia de la ceniza de estiércol de vaca para mejorar la resistencia a compresión del adobe – Pisacoma, Puno - 2022", el propósito principal fue evaluar los beneficios que puede ofrecer la ceniza de estiércol vacuno (CEV), tanto en aplicaciones artesanales como industriales, con el objetivo de evitar que este recurso termine como residuo sólido. En el proceso de investigación se incluyeron enfoques cuantitativos y cuasi experimentales. En un esfuerzo por mejorar la durabilidad del adobe, se realizó un estudio en el que se añadieron a la mezcla diversos porcentajes de ceniza de estiércol de vaca. Estos porcentajes fueron 0%, 2%, 5% y 9%. La resistencia a la compresión de los ladrillos de adobe que incluían CEV aumentó significativamente, como demuestran los resultados obtenidos. Por ejemplo, en la unidad de adobe con dimensiones de 32x16x8cm, se observó un aumento de 15,08 kg/cm² en comparación con el adobe normal. Esto indica un comportamiento superior en compresión axial (mejora del 47,65%) en comparación con el Adobe sin adición de CEV, que mostró una resistencia de 12,26 kg/cm² en el ensayo de compresión axial. En cuanto a los pilotes de adobe, el rendimiento se vio mejorado por la adición de una dosis del 5% de ceniza de estiércol de vaca, que dio lugar a una resistencia de 7,30 kg/cm². Sin embargo, esta resistencia no superó la del pilote ordinario, que fue de 7,69 kg/cm². Por otro lado, la dosificación del 5% de CEV dio lugar a una resistencia de 6,67kg/cm² en los muros de adobe, que fue superior a la resistencia del pilote ordinario, que se situó en 4,38 kg/cm². Es esencial tener en cuenta el hecho de que se observa un aumento de la resistencia a la compresión a medida que crece la cantidad de CEV, y este crecimiento continúa hasta el punto en que el porcentaje de CEV alcanza su cantidad máxima, que es



del 5%. Una vez superado este punto, es evidente que la resistencia a la compresión comenzará a disminuir. En conclusión, la incorporación de un 5% de cenizas de estiércol de vaca conlleva una clara y favorable mejora de la resistencia axial y diagonal del adobe, además de sus cualidades mecánicas, lo que en definitiva redonda en la creación de un adobe más robusto.

Según Cajchaya Olvea & Chara Ibañez (2024) en su estudio titulado "Mejoramiento de propiedades físicas y mecánicas en muros de adobe con adición de cenizas de chillihua e ichu, Puno – 2023", los investigadores se proponen evaluar el impacto de la incorporación de estas cenizas en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de los muros de adobe construidos en la región Puno. Para el propósito de esta investigación, se utiliza una técnica aplicada de nivel explicativo y un diseño cuasi-experimental en conjunto con un enfoque cuantitativo. En el curso de la investigación, una serie de experimentos se llevaron a cabo con el fin de determinar las cualidades físicas de adobe, que incluyó la variación dimensional, alabeo, y la absorción, así como las propiedades mecánicas de adobe, que incluyó la resistencia compresiva, resistencia compresiva de la pared, y la tracción de la pared. A todos los adobes examinados se les añadieron cenizas de chillihua e ichu en las siguientes proporciones: 1,0%, 1,5%, 2,0% y 2,5% respectivamente. Los resultados obtenidos demostraron que existían diferencias sustanciales en las cualidades de los adobes en comparación con los adobes ordinarios. Se descubrió que la dosificación óptima del 2,5% producía un aumento de hasta el 49,93% en términos de resistencia compresiva ($f'b$). De forma similar, la resistencia compresiva de la pared ($f'm$) mostró un notable aumento de hasta el 140,78%, pero la resistencia a la tracción indirecta ($v'm$ -compresión diagonal) demostró un aumento del 215,38%. Los resultados de este estudio demuestran que la incorporación de cenizas de ichu y chillihua al adobe no sólo mejora las cualidades mecánicas del material, sino que también contribuye al desarrollo de prácticas sostenibles en la construcción de viviendas en la zona del Altiplano. La dosis ideal de 2,5%



garantiza un adecuado equilibrio entre resistencia y durabilidad, lo que representa una nueva solución para la arquitectura histórica de Puno.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Tierra

La tierra, al fusionarse con el agua y formar una masa denominada barro, desempeña un papel fundamental en el ámbito de la construcción. Este material, junto con la piedra y la madera, ha sido utilizado desde la antigüedad por las primeras civilizaciones para erigir sus moradas. A medida que las civilizaciones expandieron sus territorios mediante conquistas e invasiones, las técnicas de construcción con tierra se difundieron y evolucionaron, adaptándose e innovándose en distintas regiones del mundo. Este proceso de expansión y adaptación permitió que el sistema de construcción en tierra se integrara de manera orgánica en diversos entornos, respondiendo a las particularidades de cada lugar. Las comunidades, al adoptar y adaptar estas prácticas constructivas, contribuyeron a la diversificación y enriquecimiento de las técnicas relacionadas con el uso de la tierra como material de construcción (Ávila & Garzón, 2022).

La utilización de la tierra en la construcción representa un ejemplo claro de cómo los materiales naturales pueden ser aprovechados de manera eficaz, respetando el entorno y minimizando el impacto ambiental. Esta práctica, profundamente arraigada en diversas culturas, ha permitido el desarrollo de técnicas como el adobe y la tapia las cuales han demostrado su eficacia a lo largo de los siglos. En la actualidad, la revalorización de estos métodos tradicionales, combinada con avances tecnológicos, ha abierto nuevas posibilidades para la construcción ecológica y sustentable. La adaptabilidad de la tierra, junto con su capacidad de regular la temperatura y la humedad, la convierte en un recurso idóneo para enfrentar los desafíos de la emergencia climática y la importancia de controlar las emisiones de carbono en la industria de la construcción (Cardoso, 2015).

2.2.2 Adobe

El adobe, una estructura fabricada a partir de tierra cruda secada al sol, tiene una historia intrínseca que se remonta a las primeras civilizaciones, donde la materia prima se utilizaba de manera innovadora en la construcción. Antes de adentrarnos en su historia, es esencial destacar el papel crucial que desempeñó la tierra como elemento fundamental en la edificación de las sociedades antiguas. La adopción del adobe como material de construcción se remonta a tiempos inmemorables, siendo testigo de la habilidad humana para aprovechar los recursos naturales que le rodean. La tierra cruda, moldeada en forma de bloques y posteriormente secada al sol, proporcionaba a las comunidades primitivas un medio eficiente y sostenible para erigir sus viviendas, templos y fortificaciones (Ávila & Garzón, 2022).

Esta técnica no solo refleja la ingeniosidad de las civilizaciones tempranas, sino que también revela su profundo conocimiento de las propiedades de la tierra como material constructivo. La resistencia, durabilidad y aislamiento térmico que ofrecía el adobe contribuyeron significativamente al desarrollo de asentamientos estables y al bienestar de sus habitantes. A medida que el tiempo avanzaba, el uso del adobe se difundió por diversas culturas y regiones, adaptándose a las particularidades climáticas y geográficas de cada lugar. Su presencia en la arquitectura vernácula de numerosas civilizaciones destaca su versatilidad y capacidad para integrarse armoniosamente en entornos variados (Orellana, 2017).

El adobe, un material de construcción con una historia de uso que se extiende a lo largo de milenios, continúa siendo una opción ampliamente empleada en la actualidad. De acuerdo con diversas fuentes estadísticas, se estima que aproximadamente un tercio de las viviendas a nivel mundial están construidas con adobe, y este porcentaje es aún mayor, superando el 50%, en países en desarrollo. La elección del adobe como material básico en técnicas constructivas ha perdurado debido a varias razones fundamentales. Su disponibilidad local es uno de los factores clave, ya que se puede obtener fácilmente en

muchas regiones del mundo. Además, su proceso de fabricación y aplicación resulta relativamente sencillo, lo que lo convierte en una opción accesible para la construcción. A lo largo del tiempo, este material ha demostrado ser una solución que optimiza los recursos económicos, permitiendo a las comunidades, especialmente en áreas rurales, edificar viviendas de manera sostenible y asequible (Mauricio et al., 2021)

Figura 1

El adobe



Nota: Imagen adaptada de Adobe, puesta en valor y estrategias para la conservación de una cultura constructiva (p.66), por Orellana (2017).

El adobe no solo se caracteriza por su amplia utilización, sino que también ofrece una serie de beneficios adicionales que lo hacen aún más atractivo como material de construcción. Una de sus propiedades destacadas es su capacidad para almacenar calor, conocida como masa térmica, lo que le permite regular de manera eficiente la temperatura interna de los espacios. Esto es particularmente valioso en regiones donde las fluctuaciones térmicas entre el día y la noche son significativas. Gracias a esta propiedad, el adobe ayuda a mantener un ambiente más confortable en el interior de los hogares, reduciendo la necesidad de sistemas de climatización artificial. Este efecto no solo potencia la calidad de existencia de los habitantes, sino que también contribuye a una disminución del consumo energético en las edificaciones, promoviendo un uso más sostenible de los recursos (Huenecce, 2023).



El empleo del adobe en nuestro país tiene raíces en épocas prehispánicas, perdurando a lo largo del tiempo. Su continua utilización a lo largo de nuestra historia se debe a su fácil acceso y a la capacidad de crear ambientes que atenúan el ruido y la intensidad de las temperaturas externas (Quintana & Vera, 2017).

En la actualidad, una parte significativa de las viviendas en nuestro país continúa construyéndose utilizando adobe y paja como materiales fundamentales. A pesar de su prevalencia, aún persiste la creencia de que estas construcciones son particularmente vulnerables al agua, ya que el adobe puede perder su resistencia estructural al absorber humedad, lo que provoca que se vuelva pegajoso y, eventualmente, fluido, comprometiendo así su estabilidad (Quintana & Vera, 2017). Entre las ventajas más notables del adobe se encuentra su bajo costo, dado que es un material proveniente de la tierra, la cual generalmente se obtiene de canteras cercanas a la zona de construcción. Su proceso de fabricación es sencillo y solo requiere la intervención de la fuerza humana y la exposición al sol para su secado. Esta accesibilidad hace que el adobe sea una opción ideal para las personas de recursos limitados en nuestro país, permitiéndoles producir adobes de manera efectiva y aprovechar todas sus propiedades (Alva & Moreno, 2023).

Las construcciones de tierra han estado presentes desde los primeros tiempos de la humanidad y continúan siendo relevantes hoy en día. Estas edificaciones aprovechan los recursos naturales disponibles en cada región y han dado lugar a una amplia variedad de técnicas constructivas, las cuales han evolucionado para satisfacer las necesidades de las sociedades a lo largo del tiempo. Además de su funcionalidad, las construcciones de tierra también brindan la oportunidad de crear diseños arquitectónicos distintivos, algunos de los cuales todavía se emplean en la arquitectura contemporánea. El adobe, como material esencial en estas edificaciones, se compone de una mezcla de componentes clave, entre los que se encuentran arcilla, limo, arena fina, arena gruesa y agua, que se combinan para formar un material durable y adecuado para la construcción (Romero, 2020).



- Arcilla: De acuerdo con la norma E.080, la arcilla se describe como el "único material activo e indispensable dentro del suelo". Su capacidad para interactuar con el agua le permite adquirir una consistencia plástica, facilitando su amasado. Este comportamiento también le permite unir las partículas inertes presentes en el suelo, formando una masa conocida como barro. Una vez que el barro se seca, la arcilla adquiere una resistencia significativa que le otorga propiedades adecuadas para su uso como material de construcción. Las partículas de arcilla poseen dimensiones inferiores a dos micras (0.002 mm), lo que le confiere características particulares en términos de su comportamiento físico y su capacidad para adherir otras partículas.
- Limo: Los limos son suelos que contienen partículas cuyo diámetro varía entre 0.002mm y 0.08mm. En su estado seco, los limos no presentan resistencia significativa a la fricción y carecen de propiedades cohesivas. Sin embargo, cuando entran en contacto con el agua, su capacidad de cohesión aumenta notablemente, lo que les permite mantener una estructura más firme. Además, este cambio en su cohesión provoca que experimenten variaciones en su volumen, debido a los procesos de contracción y expansión que ocurren cuando absorben agua.
- Arena: Según la norma E.080, la arena se define como un "componente inerte, estable al entrar en contacto con el agua, sin propiedades cohesivas". Está compuesta por partículas de roca cuyas dimensiones oscilan entre 0.08 mm y 0.50 mm. A diferencia del limo y la arcilla, la arena no presenta propiedades adhesivas, pero puede desempeñar un papel importante en el proceso de compactación del suelo bajo determinadas condiciones. Al igual que el limo, la arena puede ayudar a aumentar la densidad del suelo en ciertas mezclas y contribuye a la estabilidad de las construcciones.
- Agua: En la norma E.080 se especifica que el agua desempeña un papel importante en el proceso de creación de bloques de adobe. Según este requisito, el agua utilizada debe ser potable y carecer de materia orgánica, sales o sedimentos que puedan alterar el proceso de producción. Además, el agua debe ser perfectamente pura y carecer de



contaminantes, como aceites, ácidos, álcalis, sales y otras sustancias potencialmente nocivas. Estas normas garantizan que el agua que se utiliza en la producción de bloques de adobe no sólo es adecuada para la mezcla, sino que también contribuye a la resistencia y fortaleza de los bloques, asegurando así que mantendrán su integridad estructural a largo plazo.

La proporción de arcilla en el suelo emerge como un factor esencial a tener en cuenta en el ámbito de la construcción con tierra. Se considera que el rango idóneo se sitúa entre el 15% y el 20%, no obstante, es importante señalar que esta cifra no es inmutable. Existen instancias donde suelos con menos del 10% de contenido de arcilla han demostrado ser óptimos para la producción de adobes. Esta variabilidad destaca la flexibilidad y adaptabilidad de las técnicas constructivas con tierra, subrayando la necesidad de evaluar las características específicas del suelo en cada proyecto para garantizar resultados óptimos y duraderos (Orellana, 2017).

El adobe es un material compuesto por una combinación de arcilla, limo, arena y agua. Para que el adobe adquiriera las propiedades adecuadas y garantice tanto su calidad como su durabilidad, es fundamental que la proporción de cada uno de estos componentes esté cuidadosamente balanceada. La arcilla debe constituir entre el 10% y el 20% de la mezcla, el limo debe representar entre el 15% y el 25%, y la arena debe formar la mayor parte de la mezcla, con un porcentaje que varía entre el 55% y el 70%. Además, es esencial que esta mezcla esté completamente libre de cualquier tipo de materia orgánica, ya que la presencia de estos materiales podría comprometer las propiedades del adobe, reduciendo su eficacia y longevidad (E.080, 2020).

Según (Arteaga & Loja, 2018) existen ventajas y desventajas de las construcciones con adobe.



Ventajas:

- **Materia Prima Abundante:** Los recursos necesarios para la elaboración de adobe se obtiene directamente de la excavación de la cimentación o desbanques, lo que significa que es un recurso local y abundante, reduciendo la dependencia de materiales importados.
- **Demanda Energética Baja:** La construcción con adobe destaca por su sostenibilidad ambiental al no requerir procesos industrializados. Al prescindir de cocciones o tratamientos energéticamente intensivos, el adobe se posiciona como uno de los materiales más ecológicos, contribuyendo a la reducción de la huella de carbono en comparación con otros métodos constructivos.
- **Aislante Térmico y Acústico:** La inercia térmica del adobe permite regularizar las temperaturas ambientales, minimizando las necesidades energéticas para climatización. Además, las paredes gruesas de adobe actúan como aislantes acústicos, proporcionando un entorno interior más tranquilo y cómodo.
- **Proceso Constructivo Sencillo:** La construcción con adobe no exige una mano de obra altamente especializada. Al seguir un enfoque constructivo tradicional, se eliminan procedimientos complicados y la necesidad de maquinaria costosa. Esto facilita la adopción de este método en comunidades donde la experiencia técnica puede ser limitada.

Desventajas:

- **Vulnerabilidad a la Humedad:** La capacidad de absorción de humedad por capilaridad es una desventaja significativa del adobe. Esta vulnerabilidad puede afectar la integridad estructural, especialmente en regiones con condiciones climáticas húmedas.
- **Vulnerabilidad a la Sismicidad:** Debido al peso y la altura de las construcciones de adobe, son consideradas vulnerables a movimientos telúricos. Esta desventaja puede requerir medidas adicionales de refuerzo sísmico para garantizar la seguridad estructural.



- **Dificultad en Construcción Vertical:** El adobe es un material pesado, lo que implica desafíos en proyectos que requieren construcciones en altura. Manejar y colocar bloques de adobe en niveles superiores puede requerir un mayor esfuerzo y personal, lo que debe ser considerado en proyectos verticales.

Tipos de adobe

Adobes Convencionales:

Son bloques fabricados a partir de barro, cuya producción se realiza de manera artesanal. El proceso implica llenar moldes con la mezcla de barro y dejar que los bloques se sequen de forma natural a la sombra, lo cual es crucial para evitar que se agrieten debido a la exposición directa al sol. Estos bloques de adobe suelen tener tamaños estándar que comúnmente son de 30cm x 30cm x 10cm o bien de 14cm x 30cm x 10cm. La fabricación manual de estos adobes permite un control más directo sobre el proceso, pero también requiere de cuidados adicionales para asegurar que los bloques adquieran la resistencia necesaria para su uso en construcción (Masgo et al., 2021).

Adobones:

Los adobones son bloques de mayor tamaño en comparación con los adobes tradicionales, pero siguen siendo lo suficientemente ligeros como para poder ser manipulados manualmente durante su proceso de fabricación. Para hacerlos más manejables y menos pesados, frecuentemente se incorporan materiales adicionales en su composición. La principal ventaja de los adobones es que, debido a su mayor tamaño, se requieren menos unidades para construir una estructura, lo que puede hacer el proceso de construcción más eficiente y rápido. Esta característica permite que se optimicen los tiempos de trabajo y los recursos durante la edificación, ya que se reduce la cantidad de bloques necesarios para completar una obra (Masgo et al., 2021).

Adobe Compactado:

Se refiere a bloques de tierra que tienen una forma prismática y se producen mediante un proceso en el que se colocan en moldes para su formación. La característica distintiva de estos adobes es el proceso de compresión que se aplica a la tierra dentro del molde, lo que incrementa tanto su densidad como su resistencia estructural. Para asegurar que el adobe compactado tenga un rendimiento óptimo, es crucial que los materiales agregados se mezclen de manera uniforme, lo que permite una distribución equilibrada de los componentes. Además, se debe aplicar una fuerza de compactación adecuada que no solo mejore la densidad del bloque, sino que también aumente su firmeza y resistencia mecánica, haciendo que el material sea más duradero y adecuado para su uso en construcción (Masgo et al., 2021).

Adobe Estabilizado:

A lo largo del tiempo, se han llevado a cabo diversos estudios e investigaciones con el fin de perfeccionar las propiedades del bloque de adobe, lo que ha resultado en la creación de lo que se conoce como adobes estabilizados. Estos adobes se producen mediante la incorporación de una variedad de materiales, que incluyen mezclas de arena, diferentes tipos de arcillas, agua, y tanto elementos naturales como industriales. El objetivo primordial de este proceso de estabilización es obtener bloques con mayor solidez estructural, así como propiedades que los hagan más resistentes al agua. Al estabilizar el suelo, se busca mejorar las características del material, incrementando su capacidad de soportar cargas y su durabilidad, mientras se disminuye su vulnerabilidad a los efectos negativos que el agua puede tener sobre su integridad. Este enfoque permite que el adobe sea más eficiente para su uso en la construcción, extendiendo su aplicabilidad y durabilidad en una mayor variedad de condiciones ambientales (Masgo et al., 2021).

Adobe No Estabilizado:

Se fabrican incorporando paja en su composición, lo cual ayuda a mitigar los efectos de contracción y expansión que suelen ocurrir en los materiales, procesos que a menudo resultan en la formación de grietas. Estos bloques de adobe presentan variaciones

en sus dimensiones, las cuales están profundamente influenciadas por las características del suelo donde se producen, particularmente si el terreno tiene una alta concentración de arcilla. En estos casos, es crucial realizar ajustes en las proporciones de los materiales utilizados para la fabricación del adobe, con el fin de minimizar el riesgo de fisuras y deformaciones. Este tipo de adobe, debido a su sensibilidad a las condiciones del suelo y su susceptibilidad a cambios de humedad, requiere un manejo cuidadoso de los componentes para garantizar que su estructura se mantenga lo más estable posible durante su uso (Masgo et al., 2021).

2.2.3 Producción de adobe

Las adoberas recomendadas por el Programa Nacional de Vivienda Rural están diseñadas con unas dimensiones específicas de 40cm de largo, 40cm de ancho y 8 cm de espesor, las cuales han sido estandarizadas para garantizar uniformidad y calidad en la producción de los bloques de adobe. Durante la preparación del barro, uno de los pasos fundamentales es la incorporación de paja al material arcilloso, la cual se mezcla cuidadosamente para lograr una composición homogénea. Posteriormente, esta mezcla se deja reposar o incubar en un ambiente controlado por aproximadamente dos días, permitiendo que los componentes interactúen y mejoren sus propiedades físicas. Este ciclo de mezcla e incubación se realiza de manera repetitiva, lo cual contribuye a optimizar la cohesión interna del barro y a prevenir la aparición de fisuras o grietas indeseadas en el producto final (Peralta, 2021).

En la etapa de conformado, se utiliza el molde previamente descrito, el cual se va llenando en capas mediante la colocación sucesiva de porciones de arcilla compactada en su interior. Durante esta acción, el molde se humedece constantemente para facilitar el desprendimiento posterior del bloque y evitar que la mezcla se adhiera a las paredes del molde. Para garantizar que la superficie superior del adobe esté perfectamente nivelada y uniforme, se emplea una regla de madera, que se desliza suavemente sobre el molde para



igualar la mezcla y eliminar irregularidades. Una vez completado el moldeado, el molde se retira cuidadosamente y se traslada a un espacio adecuado, el cual debe estar resguardado de la exposición directa a la luz solar y de condiciones ambientales adversas que puedan comprometer el proceso de secado (Peralta, 2021).

El tiempo de secado inicial del adobe varía entre 24 y 48 horas, periodo durante el cual se realiza un secado controlado para evitar la formación rápida de grietas causadas por la desecación abrupta. Finalmente, después de un intervalo de entre tres y cinco días, los bloques de adobe se colocan en posición vertical o en el borde, con el fin de favorecer un secado más uniforme y completo. Este proceso culmina con un secado prolongado que puede durar hasta un mes, garantizando así que el material alcance la resistencia y la durabilidad necesarias para su empleo en la construcción, asegurando su estabilidad estructural y minimizando posibles daños futuros (Peralta, 2021).

Existe un procedimiento básico que da inicio a la instalación de la adobera, también denominada gavera. Aquí comienza la preparación del adobe. Se requiere humedecerlo y luego colocarlo sobre el suelo que ha sido espolvoreado con arena antes de que pueda ser utilizado ya que es necesario. Para que la tierra plástica se distribuya uniformemente hacia las esquinas del molde, se vierte en él y luego se compacta utilizando las manos o los pies. Una vez rellenado el molde, se alinea la superficie con la mano humedecida o con una regla. A continuación, se retira el molde verticalmente con gran fuerza para evitar que se deformen los márgenes del nuevo adobe. Este proceso es muy necesario para garantizar que el material que se produzca sea de gran calidad y robustez (Santi, 2023).

Para que los adobes recién contruidos se sequen uniformemente, se sacan al aire libre. Cuando alcanzan la dureza adecuada para su manipulación, se colocan de canto durante tres o cuatro días para que reciban la mayor cantidad de aire posible. Inmediatamente después de este periodo, las unidades se apilan con el espacio adecuado entre ellas para permitir la circulación del aire. Este meticuloso procedimiento de secado y



ventilación ayuda a consolidar las cualidades del adobe, lo que en última instancia da como resultado un material de alta calidad y larga duración. Para obtener adobes que cumplan los requisitos necesarios en cuanto a resistencia y uniformidad, es vital prestar una atención minuciosa a cada fase del proceso (Santi, 2023).

Durante el período crítico de secado y curado de los ladrillos de adobe, es fundamental evitar por completo cualquier contacto con la lluvia, ya que la humedad proveniente de precipitaciones puede comprometer gravemente la integridad del material. La exposición a la lluvia durante esta etapa puede ocasionar la degradación y descomposición de los componentes del adobe, afectando negativamente su resistencia y durabilidad. Por ello, es imprescindible implementar medidas que protejan los ladrillos de cualquier contacto con el agua durante todo el proceso de secado.

El tiempo promedio requerido para que el adobe se seque adecuadamente al sol suele situarse alrededor de cinco días; sin embargo, este período puede variar considerablemente dependiendo de diversos factores. Entre estos factores se incluyen la composición específica de la mezcla utilizada para la elaboración del adobe, la intensidad y duración de la radiación solar recibida, así como las técnicas y preferencias particulares del fabricante en cuanto a la manipulación y conservación del material. Es importante señalar que, al igual que sucede con otros materiales de construcción como el hormigón, el proceso de secado no es el único que afecta las propiedades finales del adobe. El tiempo destinado al curado, así como las fases intermedias que implican la hidratación y estabilización del material, juegan un papel decisivo en la determinación de las características del producto final. En consecuencia, un control adecuado y riguroso de estos tiempos y condiciones es vital para asegurar que el adobe alcance las prestaciones estructurales necesarias para su correcto desempeño en obras de construcción. (Guerrero, 2019).

Componentes del adobe

Paja: Se refiere al pasto seco que crece a altitudes superiores a 3000 m.s.n.m., siendo característico de las zonas altoandinas del Perú. Dada su abundancia en estas áreas y sus propiedades filamentosas debido a su tipo de talla, la paja se utiliza en la elaboración de adobes con el propósito de conferirles estabilidad frente a las presiones. Al mezclarse con agua y tierra durante el proceso de construcción, la paja contribuye a prevenir grietas o rajaduras en los adobes una vez que la masa de barro ha completado su secado y ha adquirido la forma de ladrillo (Javiliano, 2023). La paja desempeña un papel crucial en la prevención de fisuras o agrietamientos tanto en el adobe como en el mortero, actuando como un control durante el proceso de secado. Esta función se logra gracias a las características filamentosas de la paja, que proporcionan estabilidad y evitan la formación de grietas. Además, si no se dispone de paja, se pueden utilizar fibras similares o, en su ausencia, sustituir con arena gruesa para alcanzar un resultado similar en la prevención de fisuras durante el secado del material constructivo (Ñaupá & Cantalicio, 2023).

Tierra: La tierra, esencial en la elaboración del adobe, presenta diversas composiciones según la proporción de sus componentes, como grava, arena, limo y arcilla. La Norma Peruana E.080 orienta sobre las proporciones ideales para la elaboración del adobe, recomendando un rango de arcilla del 10 al 20%, limo del 15 al 25%, y arena del 55 al 70%. Durante el proceso de selección, los artesanos consideran dos técnicas de campo: la manipulación y el olor. La manipulación permite evaluar la plasticidad de la tierra, mientras que el olor facilita la detección de posibles contenidos de materia orgánica (Ávila & Garzón, 2022).

El agua: Es un elemento fundamental e indispensable en la fabricación de construcciones de adobe. Este líquido, que carece de color, olor y sabor, químicamente conocido como dihidrógeno monóxido o simplemente agua, juega un rol vital en la preparación de la mezcla utilizada para moldear los ladrillos. Para que el agua sea apta



para su uso en la elaboración del adobe, es imprescindible que cumpla con ciertos estándares de pureza; específicamente, no debe contener impurezas visibles, como partículas en suspensión, ni sustancias disueltas como cloruros, sulfatos u otros compuestos químicos que podrían afectar negativamente las propiedades del material final (Zeas & Benalcázar, 2021).

El agua actúa como un agente lubricante dentro de la mezcla de barro, facilitando la integración homogénea de los componentes sólidos y favoreciendo la plasticidad necesaria para el moldeado adecuado de los bloques. Por esta razón, tanto la calidad como la cantidad utilizada en la mezcla son aspectos críticos que deben ser cuidadosamente controlados durante el proceso. Un exceso de humedad puede provocar una mezcla demasiado plástica, lo que genera dificultades durante las pruebas de resistencia a la compresión y puede comprometer la solidez y durabilidad de los ladrillos. Por otro lado, una mezcla con un contenido hídrico insuficiente resultará en un barro demasiado seco, dificultando la cohesión entre los materiales y afectando la trabajabilidad y la integridad estructural del producto. Diversos estudios técnicos han determinado que el porcentaje óptimo de agua en la mezcla de adobe suele situarse en un rango aproximado entre el 8% y el 16% del peso total de la mezcla. Mantener este equilibrio hídrico es fundamental para garantizar que los ladrillos obtenidos posean las características necesarias para resistir las condiciones ambientales y cargas a las que serán sometidos durante su vida útil (Nieto, 2019).

2.2.4 Propiedades del adobe

a) Propiedades físicas

El ensayo de alabeo constituye un procedimiento físico fundamental que se aplica específicamente a los elementos que conforman estructuras de mampostería, incluyendo aquellos elaborados con adobe u otros materiales similares. Esta prueba se enfoca en evaluar la deformación o desviación geométrica que puede presentarse en las unidades



individuales de mampostería, proporcionando información valiosa sobre su integridad estructural y funcionalidad.

Una de las relaciones más importantes que se estudian durante esta prueba es la correlación entre el espesor de las juntas de mortero que unen las unidades de mampostería y la magnitud del alabeo detectado en estas piezas. En efecto, el grosor de dichas juntas influye directamente en cómo se distribuyen las tensiones a lo largo del conjunto. En situaciones donde el contacto entre el mortero y la mezcla del adobe o ladrillo no es óptimo, el espesor de la junta puede verse reducido, lo cual genera una disminución significativa en la capacidad de resistencia a esfuerzos de tracción por flexión de las unidades constructivas. Este fenómeno es crítico porque afecta la durabilidad y estabilidad de la estructura en su conjunto (Alejo, 2022).

La variación dimensional en adobes es un fenómeno natural que ocurre cuando los bloques de tierra cruda experimentan alteraciones en sus dimensiones, como el largo, ancho y espesor, durante el proceso de secado y la exposición a condiciones ambientales. Este cambio se debe principalmente a la contracción que ocurre por la pérdida de humedad, un factor que influye directamente en la estabilidad de la estructura. La magnitud de esta variación está determinada por la composición de la mezcla, especialmente la proporción de arcilla y arena, que afecta la capacidad de absorción y liberación de agua del adobe.

Según (Sáenz, 2006) la variación en adobes se refiere a los cambios en las dimensiones (largo, ancho y espesor) que experimentan los bloques de tierra cruda durante el proceso de secado y exposición a condiciones ambientales, debido principalmente a la contracción por pérdida de humedad. Este fenómeno depende críticamente de la composición de la mezcla (proporción arcilla-arena), la compactación y las condiciones climáticas durante el curado.



La succión de agua en adobes es una prueba fundamental para evaluar la capacidad de absorción del material, un factor crítico que determina su durabilidad y comportamiento frente a la humedad. Este ensayo cuantifica el agua absorbida por capilaridad en un tiempo específico, lo que incide directamente en la resistencia del adobe a condiciones climáticas adversas, especialmente en regiones con alta pluviosidad (Carazas Aedo, 2013)

Este ensayo en el adobe es un proceso físico que describe la capacidad del material para absorber agua cuando se encuentra en contacto con esta. Este fenómeno se mide mediante un ensayo que determina la cantidad de agua que un bloque de adobe puede absorber por capilaridad durante un período determinado, lo cual es fundamental para evaluar su comportamiento en condiciones de humedad. La succión es un factor crítico que afecta la durabilidad del adobe, ya que el exceso de agua absorbida puede llevar a la degradación del material, especialmente en áreas con climas húmedos. Sáenz (2006), destaca que el control de este comportamiento es crucial en la construcción rural, ya que influye directamente en la resistencia estructural del adobe y su capacidad para resistir el impacto del clima sin perder sus propiedades funcionales.

La absorción de agua Dentro del conjunto de ensayos físicos aplicables a materiales de construcción a base de tierra, como el adobe, se encuentra una prueba fundamental conocida como ensayo de absorción de agua. Esta evaluación tiene como propósito principal cuantificar la capacidad higroscópica del material, es decir, la proporción de agua que es capaz de absorber una unidad de adobe cuando se encuentra expuesta a condiciones de inmersión total. El procedimiento experimental se inicia sumergiendo completamente una muestra representativa de adobe en agua limpia durante un periodo continuo de veinticuatro horas. Esta etapa permite que el líquido penetre los poros del material, simulando situaciones en las que el adobe puede estar en contacto prolongado con la humedad, como en temporadas de lluvia o por ascenso capilar del agua desde el suelo. Transcurrido ese lapso, se retira cuidadosamente la unidad de

adobe del agua y se somete a un proceso de secado superficial, a fin de eliminar el exceso de agua adherida externamente sin alterar el contenido absorbido internamente.

A continuación, se procede al pesaje de la muestra húmeda con precisión, utilizando una balanza calibrada, para determinar la ganancia de masa respecto a su peso original en estado seco. Esta diferencia permite calcular el porcentaje de absorción de agua del adobe, mediante una fórmula que relaciona la masa absorbida con la masa inicial del cuerpo de prueba. Los datos obtenidos a través de este ensayo aportan información técnica de gran relevancia, ya que revelan la porosidad del material y su comportamiento frente a la humedad ambiental o al contacto directo con el agua. Una alta capacidad de absorción puede ser indicativa de una estructura interna porosa o poco compacta, lo cual afecta directamente su durabilidad, resistencia mecánica y desempeño frente a agentes climáticos. Por tanto, esta prueba resulta esencial en la caracterización de las propiedades del adobe y en la toma de decisiones para su uso adecuado en obras de construcción que exijan sostenibilidad, seguridad estructural y vida útil prolongada (Alejo, 2022).

b) Propiedades mecánicas

La resistencia compresiva, una propiedad crucial que evalúa la calidad de las unidades, está definida por la Norma E.080. Esta normativa establece un valor mínimo de 12 kg/cm² para la resistencia a compresión que las unidades deben alcanzar para su aceptación. En ciertos casos, es posible superar este valor al estabilizar las unidades mediante el uso de aditivos, ya sean naturales o artificiales, que también pueden provenir de residuos generados durante la quema de algunos productos (Ortiz, 2021).

La evaluación de la capacidad que posee una estructura construida con adobe para resistir esfuerzos de compresión se lleva a cabo mediante una prueba específica conocida como ensayo de resistencia compresiva en prismas o pilas. Este tipo de examen

consiste en someter a un conjunto de elementos de adobe, organizados en forma de pilas o prismas, a cargas de compresión controladas para medir su desempeño estructural bajo estas condiciones. Dichas pilas se conforman generalmente por cuatro hileras de ladrillos de adobe, dispuestos cuidadosamente para simular las condiciones reales de carga que podrían presentarse en una construcción.

El resultado principal de esta prueba es la obtención del valor de **resistencia a compresión**, denominado F_b , el cual debe cumplir con ciertos estándares técnicos. En particular, este valor debe alcanzar o superar el límite mínimo establecido en la norma E-080, que estipula un umbral de resistencia igual a 6.12 kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2). Cumplir con esta especificación es fundamental para asegurar que los materiales y las técnicas empleadas en la construcción con adobe sean capaces de soportar las cargas de compresión a las que estarán sometidos durante su vida útil. La realización de este ensayo no solo es crucial para verificar la capacidad estructural del adobe bajo condiciones de compresión, sino que también constituye un requisito indispensable para garantizar que la construcción cumple con las normativas vigentes y los criterios de calidad establecidos por las entidades reguladoras (Quiroz et al., 2019).

El ensayo de resistencia a flexión, cuando se aplica una fuerza o carga al centro de un bloque cuya ubicación y forma imitan la inercia, se dice que el bloque ha alcanzado la resistencia a la flexión. La duración de la actividad sísmica se aplica a este bloque, lo que es especialmente significativo cuando se considera el contexto de un muro. Cuando se produce un evento sísmico, se inmiscuyen factores que no suelen estar presentes en la zona en la que se produce. La carga aplicada al bloque y su capacidad para resistir esta carga se vuelven esenciales para garantizar que la pared mantenga su integridad estructural. La resistencia a la flexión se convierte en un factor crítico para evaluar la capacidad de un material, como el adobe, para soportar las fuerzas dinámicas y la duración de la actividad sísmica sin comprometer la estabilidad de la estructura. La

capacidad de mantener su forma y resistir deformaciones durante estos eventos es fundamental para la seguridad y durabilidad de la construcción (Quiroz et al., 2019).

Ensayo de resistencia a tracción en adobes resulta fundamental para evaluar el comportamiento estructural de este material ancestral, ya que cuantifica su capacidad para resistir fuerzas de separación que comprometen su integridad. A diferencia de la resistencia compresiva donde el adobe muestra relativa eficiencia-, su baja resistencia a tracción (típicamente entre 0.1-0.3 MPa) evidencia su vulnerabilidad ante esfuerzos laterales como los sísmicos, explicando por qué los muros de tierra suelen presentar fisuras diagonales bajo carga sísmica (Minke, 2006). Este parámetro técnico justifica la necesidad de implementar refuerzos estructurales (como mallas de caña o geotextiles) en zonas de alta actividad telúrica, pues la cohesión interna del material, determinada mediante este ensayo, resulta insuficiente para garantizar estabilidad ante eventos extremos. La Norma Técnica Peruana E.080 recoge estos principios al exigir el análisis de resistencia a tracción como requisito para proyectos formales con tierra cruda (Houben et al., 1994).

2.2.5 *Vulnerabilidad del adobe*

El adobe es un material de construcción que se utiliza con frecuencia en muchos lugares del mundo por su bajo coste y su fácil acceso. Por otro lado, el hecho de que sea susceptible a la actividad sísmica y a los procesos de erosión supone un obstáculo importante para la seguridad estructural y la longevidad de las estructuras que se erigen con este material.

El estudio de Quiun et al. (2008), demuestra que la vulnerabilidad del adobe frente a los sismos está fuertemente relacionada con la humedad, ya que esta provoca fisuras y pérdida de resistencia estructural. A través del análisis de los terremotos de 2001 y 2007 en Perú, se identificó que las construcciones sin refuerzos adecuados sufrieron daños severos o colapsaron, mientras que aquellas reforzadas con mallas de alambre y mortero



de cemento lograron resistir. La erosión causada por el agua debilita la cohesión del material, aumentando el riesgo de fallas estructurales en eventos sísmicos. Para mitigar estos efectos, los autores proponen el uso de técnicas de refuerzo, como el confinamiento con mallas y mortero, lo que mejora la estabilidad y prolonga la vida útil del adobe en zonas sísmicas. Asimismo, el estudio de (Tisnado, 2022).sobre simulaciones sísmicas en módulos de adobe concluyó que la resistencia del material puede mejorar significativamente mediante técnicas de refuerzo como el uso de vigas collar y geomallas.

Uno de los factores más determinantes que incide negativamente en la durabilidad y comportamiento estructural del adobe es el fenómeno de la erosión. Esta degradación progresiva del material resulta especialmente crítica en zonas geográficas caracterizadas por climas húmedos o por una exposición frecuente y prolongada a eventos pluviales. La interacción constante del agua con las superficies de los muros de adobe puede provocar la disgregación paulatina de sus partículas constituyentes, debilitando la cohesión del material y reduciendo considerablemente su vida útil y capacidad de carga.

La erosión del adobe se ve intensificada cuando las construcciones no cuentan con barreras de protección adecuadas frente a la humedad, como zócalos impermeables, aleros sobresalientes o recubrimientos resistentes al agua. En particular, la acción del agua que asciende desde el suelo por capilaridad constituye una amenaza silenciosa pero severa. Esta humedad ascendente penetra los poros del adobe en la base de los muros, provocando un debilitamiento estructural que compromete la estabilidad general del edificio con el paso del tiempo.

De acuerdo con el estudio desarrollado por Nizama F. y Yamunaque R. (2022), se evidenció que aproximadamente el 80% de las viviendas construidas con adobe que fueron evaluadas presentaban un grado de vulnerabilidad sísmica calificado como muy alto. Esta condición crítica no solo responde a la naturaleza del material, sino que se ve profundamente agravada por la presencia de humedad capilar en los muros, la cual acelera el deterioro físico de los elementos portantes. La exposición continua a la humedad no solo

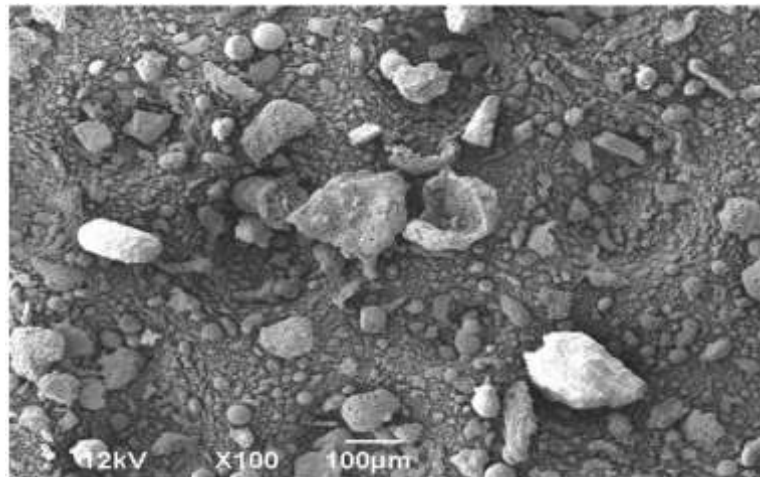
genera pérdidas de masa en el adobe, sino también fisuras, desmoronamientos parciales y un deterioro generalizado de los componentes estructurales, lo que incrementa significativamente el riesgo de colapso en caso de un evento sísmico.

2.2.6 Cenizas

Las cenizas son productos resultantes de una estructura donde la temperatura juega un papel fundamental, generadas mediante la combustión y el quemado a temperaturas que oscilan entre aproximadamente 250°C y 800°C. Este proceso conduce a la formación de un residuo mineral, principalmente compuesto por alúmina y sílice (Chahuara, 2022).

Figura 2

Micrografía de la ceniza volante



Nota. tomada mediante un microscopio electrónico de barrido, por Aperador et al. (2015).

Las cenizas, que son restos creados como consecuencia de la combustión de ciertos materiales sólidos, tienen un tono gris oscuro y, en algunos casos, se emplean como estabilizantes en la fabricación de adobe. La combustión de algunos materiales sólidos genera cenizas. Estos restos se emplean como materias primas activas durante este método, que finalmente da lugar a una mejora de las características del adobe

tradicional. Este procedimiento se utiliza tanto en actividades industriales como agrícolas. El desarrollo de este método se ha visto muy influido por las aportaciones de investigadores de todo el mundo. La utilización de estos subproductos como materiales de desecho no sólo puede suponer un ahorro de costes, sino que también tiene el potencial de abordar la cuestión de la sostenibilidad reduciendo la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (Ortiz, 2021).

En términos de clasificación, la norma ASTM C618-03 (2023), establece tres categorías de cenizas:

- **Cenizas de Clase N:** Este tipo de cenizas incluye puzolanas naturales, que pueden estar tanto quemadas como no quemadas. Entre estos materiales se encuentran las tierras diatomáceas, los opalinos, los horstenos, las pizarras, las pumíticas, las cenizas volcánicas, entre otros. Muchos de estos materiales requieren ser sometidos a un proceso de calcinado para activar sus propiedades puzolánicas, tal como ocurre con las pizarras y ciertas arcillas.
- **Cenizas de Clase F:** Las cenizas de clase F son aquellas cenizas volantes que poseen propiedades puzolánicas. Se generan como resultado del proceso de calcinación de carbón antracítico o bituminoso, y se caracterizan por su capacidad para reaccionar con el hidróxido de calcio en presencia de agua, mejorando así las características de los materiales de construcción.
- **Cenizas de Clase C:** Las cenizas de clase C se derivan de la calcinación de lignito o carbón subbituminoso. A diferencia de las cenizas de clase F, las cenizas de clase C poseen tanto propiedades puzolánicas como cementicias, lo que las hace útiles para una amplia gama de aplicaciones en la construcción, especialmente en la producción de concretos con características mejoradas.

Esta clasificación proporciona una base para entender y utilizar las cenizas en diversos contextos, aprovechando sus propiedades específicas según el proceso de obtención y composición mineral.

Cenizas de estiércol

Las cenizas de estiércol son residuos sólidos generados mediante la combustión de estiércol vacuno en cocinas ecológicas. Las familias recurren a esta práctica como una medida de ahorro energético, lo que resulta en la producción de grandes cantidades de cenizas debido a la preparación continua de alimentos. Estas cenizas son fáciles de recolectar y abundan en la zona altoandinas de la región de Puno (Chahuara Ñaupá, 2022).

Figura 3

Estiércol vacuno



Nota. Fuente: El autor

La ceniza de estiércol, es un subproducto sólido de la combustión en cocinas ecológicas. Gracias a su riqueza en minerales como calcio y sílice, puede utilizarse no solo en agricultura sino también en la fabricación de materiales de construcción, como adobes, ya que mejora sus propiedades físicas y su resistencia estructural (Jarvis et al., 1972)

Figura 4*Cenizas de Estiércol*

Nota. Fuente: El autor

Según MINAM, (2010), las cenizas de estiércol bovino, producto de la combustión controlada en fogones tradicionales, se emplean como aditivo mineral en la fabricación de adobes por su contenido de óxidos de calcio (CaO) y potasio (K_2O). Estas cenizas, incorporadas en proporciones del 3-5% al suelo arcilloso, actúan como:

- Estabilizador químico: Reducen la plasticidad de la arcilla
- Fungicida natural: Inhiben el crecimiento de microorganismos
- Refuerzo estructural: Aumentan hasta un 15% la resistencia a compresión

El uso de residuos agropecuarios en la bioconstrucción mejora la calidad del adobe gracias a sus propiedades puzolánicas, higroscópicas y alcalinas. Estos residuos reaccionan con la cal para fortalecer la cohesión del material, regulan la humedad interna para prevenir deterioro y protegen contra la erosión pluvial debido a su pH elevado. La dosificación óptima es 1 parte de ceniza por 10 de tierra, asegurando estabilidad y resistencia. Además, este enfoque promueve la sostenibilidad y reutilización de recursos locales, beneficiando a comunidades que emplean técnicas de construcción ecológicas (SERFOR, 2018)

Tabla 2

Composición química de las cenizas de estiércol

Componente	Contenido (% peso)	Función en Adobe	Comparación con Ceniza de Eucalipto
Óxido de Calcio (CaO)	25-35%	Neutraliza acidez, mejora resistencia	Similar (20-30%)
Potasio (K ₂ O)	10-15%	Reduce fisuración por secado	Mayor (15-25% en eucalipto)
Sílice (SiO ₂)	8-12%	Reacción puzolánica con cal	Menor (5-8%)
Fósforo (P ₂ O ₅)	3-7%	Inhíbe crecimiento microbiano	Trazas (<1%)
Magnesio (MgO)	2-5%	Aumenta durabilidad frente a humedad	Similar (3-6%)
Cloruros (Cl ⁻)	<1%	Posible riesgo de eflorescencias (si >1.5%)	Menor (<0.5%)
pH	9.5-11.0	Estabilización química del suelo	Similar (9.0-10.5)

Nota. Tomado de Composición de cenizas, por MINAM, (2010)

Propiedades de las cenizas de estiércol:

1. Composición mineral: Las cenizas de estiércol contienen principalmente minerales como el calcio, magnesio, fósforo, potasio, y trazas de otros elementos como el azufre. Estos elementos son beneficiosos para mejorar la estructura del adobe.
2. Alcalinidad: Tienen un pH alcalino, lo que puede ayudar a neutralizar ciertos ácidos presentes en el adobe, mejorando su durabilidad y resistencia a la descomposición.
3. Capacidad de retención de agua: Las cenizas de estiércol pueden influir en la capacidad de retención de agua del adobe, lo que puede afectar la textura y la dureza del material.
4. Propiedades puzolánicas: Aunque no son puzolanas tradicionales como las cenizas volcánicas, las cenizas de estiércol pueden tener efectos puzolánicos limitados, contribuyendo a la hidratación del cemento en las mezclas de adobe y mejorando su resistencia (Chahuara, 2022).



Beneficios en el adobe:

- 1. Mejora de la resistencia:** La adición de cenizas de estiércol en el adobe mejora su resistencia a la compresión y a la tracción. Esto hace que los bloques sean más fuertes y capaces de soportar cargas mayores sin romperse.
- 2. Reducción de la humedad:** La ceniza de estiércol puede reducir la humedad natural del adobe, ayudando a prevenir la formación de hongos o moho, lo cual es beneficioso para la durabilidad a largo plazo del material.
- 3. Reducción de fisuras:** Al incorporar cenizas de estiércol, el adobe se vuelve más homogéneo y menos propenso a desarrollar fisuras o grietas, lo que mejora su integridad estructural.
- 4. Aumento de la resistencia:** El adobe, que a menudo se utilizan en construcciones, se benefician de una mayor resistencia a la compresión al agregar cenizas de estiércol, lo que mejora la estabilidad de las estructuras.
- 5. Sostenibilidad:** Al utilizar cenizas de estiércol, un material de desecho, se promueve una alternativa más ecológica y sostenible para la fabricación de adobe, ya que se reduce la cantidad de residuos orgánicos (Chahuara, 2022).

El eucalipto

Según el (MIDAGRI, 2021), el eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) es un árbol de gran desarrollo, con corteza de color gris, que puede alcanzar alturas superiores a los 100 metros. Sus hojas son dimorfas y emiten un fuerte olor a cineol; en las ramas jóvenes son opuestas, mientras que en las adultas se disponen de forma alterna y peciolada, con un color verde y una longitud de 10 a 20 cm. Esta especie es valorada por su rápido crecimiento y adaptabilidad a diversas condiciones climáticas, siendo utilizada en la producción de madera, papel y aceites esenciales, así como en programas de reforestación y control de erosión.

Figura 5*El eucalipto*

Nota. Fuente: El autor

Cenizas de eucalipto

El término «polvo generado como subproducto de la quema de hojas de eucalipto» es una forma de definir los componentes que forman las cenizas de eucalipto. Dado que, al combinarse con otros componentes, estas cenizas contienen capacidades adhesivas y de cohesión que son necesarias para combinar materiales como el adobe, pueden considerarse un material con potencial para ser utilizado en aplicaciones cementosas. Gracias a este procedimiento, es posible convertirlas en una masa sólida resistente al desgaste durante un largo periodo de tiempo. Su integración aumenta las cualidades mecánicas del adobe, en particular su resistencia a la compresión, a la flexión y a la tracción, siempre que se utilice en cantidades suficientes y con un proceso de calcinación bien controlado (Vilca, 2022).

Las cenizas de eucalipto se refieren a los residuos sólidos que quedan después de la quema de madera de eucalipto. Estas cenizas contienen minerales y compuestos químicos que originalmente estaban presentes en la madera. La quema de eucalipto puede ocurrir en diversos contextos, como la producción de energía, la eliminación de desechos agrícolas o forestales, o incluso en la preparación de productos como el carbón vegetal.

Las cenizas de eucalipto son ricas en potasio, calcio, magnesio y otros nutrientes que son esenciales para el crecimiento de las plantas. Como resultado, a menudo se utilizan como fertilizante natural para mejorar la calidad del suelo. Además, las cenizas de eucalipto también pueden tener propiedades alcalinas, lo que puede ser beneficioso para neutralizar la acidez del suelo en ciertas situaciones (Javilano, 2023).

Las cenizas de eucalipto, obtenidas de la combustión de ramas y hojas, son utilizadas como aditivo en mezclas de adobe por su alto contenido de sílice (SiO_2) y óxido de calcio (CaO). Actúan como estabilizador natural, reduciendo la fisuración y aumentando la resistencia a compresión en un 15-20% cuando se añaden en proporciones del 5-10% al suelo arcilloso (MINAM, 2010).

Figura 6

Cenizas de eucalipto



Nota. Fuente: El autor

Este tipo de residuo orgánico de origen biomásico, que posee un pH alcalino en el rango de 8.5 a 9.5, contribuye a aumentar la resistencia del adobe contra los efectos de la erosión causada por el agua. Debido a sus propiedades, es particularmente beneficioso en áreas secas o áridas, donde ayuda a fortalecer la durabilidad del material. Sin embargo, su uso no es recomendado en regiones con alta humedad, ya que su naturaleza

higroscópica, es decir, su tendencia a absorber humedad, podría comprometer las características estructurales del adobe en entornos húmedos (SERFOR, 2018).

Tabla 3

Composición química de la ceniza de eucalipto

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Oxido de calcio	64.66%	
Dióxido de silicio	15.92%	
Trióxido de azufre	9.98%	
Oxido de magnesio	5.35%	
Oxido de manganeso	1.78%	Espectrometría de energía dispersa (EDS)
Trióxido de aluminio	1.31%	
Trióxido de hierro	0.62%	
Oxido de bario	0.34%	
Pentóxido de fosforo	0.19%	
Oxido de zinc	0.02%	

Nota. Tomado de *composición química de las cenizas de eucalipto método rayos x* (p. 38), por Pérez, (2018).

Propiedades de las cenizas de eucalipto:

1. Alcalinidad: Las cenizas son generalmente alcalinas, lo que puede mejorar la capacidad del adobe para resistir la erosión, ya que las bases alcalinas pueden ayudar a estabilizar la estructura.
2. Composición mineral: Las cenizas de eucalipto contienen varios minerales, como el calcio, el magnesio, el silicio y el potasio, que son nutrientes que pueden mejorar la resistencia mecánica del adobe.
3. Propiedades aislantes: Las cenizas tienen propiedades térmicas, lo que puede ayudar a mejorar el aislamiento térmico y acústico del adobe, manteniendo las edificaciones más frescas en climas cálidos y cálidas en climas fríos (Javiliano, 2023).

Beneficios de las cenizas de eucalipto en el adobe:



1. Mejora de la resistencia: Al incorporar cenizas de eucalipto, el adobe puede ganar en resistencia mecánica, lo que mejora su durabilidad y estabilidad estructural.
2. Reducción de la retracción: Las cenizas pueden disminuir la tendencia del adobe a agrietarse o a sufrir retracción durante el secado, lo que ayuda a mantener la integridad del material.
3. Mayor durabilidad frente a la humedad: Las cenizas pueden actuar como una barrera contra la absorción de agua, lo que mejora la resistencia del adobe frente a la humedad y la descomposición.
4. Sostenibilidad: Las cenizas de eucalipto son un subproducto de la quema de la madera, lo que las convierte en un material reciclado y más ecológico, contribuyendo a la sostenibilidad de las construcciones (Javiliano, 2023).

2.3 Marco conceptual

- a. **Adobe:** El adobe es un material de construcción tradicional que se compone principalmente de una mezcla de tierra, arcilla, agua y, en ocasiones, materiales orgánicos como paja o estiércol. Esta mezcla se moldea en bloques que se dejan secar al sol, sin necesidad de cocción, lo que lo convierte en una opción económica y ecológica (Arteaga & Loja, 2018).
- b. **Ceniza de estiércol:** La ceniza de estiércol se refiere a los restos sólidos obtenidos después de quemar el estiércol de animales, tales como vacas, caballos o cerdos (Chahuara, 2022).
- c. **Ceniza de eucalipto:** La ceniza de eucalipto es el residuo sólido que se obtiene al quemar la madera o las hojas de eucalipto. Este subproducto ha sido objeto de estudio en relación con su uso en la estabilización de suelos (Vilca Joaquin, 2022).
- d. **Suelo:** La superficie terrestre conocida como suelo constituye la capa superior de la corteza terrestre, integrada por minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos. Este recurso natural es vital para sustentar la vida, al proveer nutrientes y un



medio de soporte para el crecimiento de las plantas, así como servir como hábitat para numerosos organismos animales (Chahuara, 2022).

- e. **Tierra:** Se trata de un material destinado a la fabricación de adobe, caracterizado por su escasa elasticidad, baja conductividad térmica y una notable resistencia a impactos externos gracias a su masa considerable (Chahuara, 2022).

- f. **Succión del adobe.** - La succión en el adobe denota la capacidad del material para absorber agua a través de sus poros, a menudo desde la base hacia el interior del bloque. Esta característica es esencial para evaluar la durabilidad y el rendimiento del adobe bajo la humedad, ya que una succión elevada podría poner en peligro la estabilidad y resistencia estructural del material. (Sifuentes, 2021)

- g. **Absorción del adobe.** - La absorción del adobe se refiere a la capacidad de este material de construcción, compuesto principalmente de barro, de recoger y retener agua al entrar en contacto con ella. Esta característica física suele cuantificarse como el porcentaje de agua que puede absorber un bloque de adobe en relación con su peso en seco tras su inmersión en agua durante un tiempo determinado, normalmente 24 horas. (Castrejón, 2022)



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de la investigación es un componente esencial en el proceso de dilucidar los pasos que intervienen en la elaboración de informes, trabajos de investigación o tesis. Sirve de base fundamental para reducir las pérdidas de tiempo y hacer más eficaz la planificación. La realización de experimentos de forma clara y concisa, la recopilación diligente de materiales y la redacción hábil del texto final surgen como componentes cruciales que simplifican el proceso y garantizan un final más exitoso. Las técnicas de investigación, en su sentido más fundamental, surgen como aliadas indispensables, dirigiendo la eficiencia y elevando la calidad del trabajo que se realiza (Rodríguez, 2020). Esta comprensión profunda no solo es esencial para los investigadores, sino que también actúa como cimiento para la excelencia en la producción de conocimiento científico y académico.

3.1 Diseño de la investigación

La investigación experimental se focaliza en el análisis de las relaciones causa-efecto presentes en un fenómeno particular, compartiendo su propósito esencial y elementos fundamentales con otros enfoques de investigación. Este diseño metodológico se distingue por la selección aleatoria de participantes en los experimentos, un



procedimiento diseñado para asegurar la imparcialidad en la recopilación de datos. De esta manera, la investigación experimental se erige como una herramienta rigurosa que no solo contribuye al avance del conocimiento científico, sino que también establece estándares de confiabilidad y objetividad en la exploración de relaciones de causa y efecto en el ámbito investigativo (Villanueva, 2022).

Experimental, realizamos ensayos donde se manipula la variable independiente en condiciones controladas para observar su efecto sobre la variable dependiente, su objetivo es observar sus efectos sobre las propiedades físicas y mecánicas del adobe con adición de cenizas en porcentajes controlados.

3.2 Métodos de la investigación

El método científico es un proceso sistemático que se utiliza para investigar fenómenos naturales y generar conocimiento basado en evidencia. Comienza con la observación de un fenómeno, seguida de la formulación de una hipótesis que ofrece una posible explicación. A continuación, se diseña y realiza un experimento controlado para probar la hipótesis, recolectando datos precisos durante el proceso.

Después de obtener los datos, se realiza un análisis para determinar si los resultados respaldan o refutan la hipótesis. Finalmente, se llega a una conclusión, que puede generar nuevas preguntas o modificaciones a la hipótesis original. Este ciclo continuo de observación, experimentación y análisis asegura que las conclusiones sean objetivas y verificables, contribuyendo al avance del conocimiento científico (Villanueva, 2022).

Científico, se realizó una comprensión objetiva mediante la observación seguidamente se realizó experimentos que nos brindó los ensayos con la adición de cenizas de estiércol y cenizas de eucalipto en el adobe tradicional y así obtener un resultado final.

3.3 Tipo, enfoque y nivel de investigación

3.3.1 *Tipo de la investigación*

Aplicada, on el objetivo principal de resolver problemas prácticos y producir respuestas que sean útiles en situaciones del mundo real es el énfasis de la investigación aplicada cuando se trata de indagación científica. Para subrayar su orientación hacia el uso práctico de la información, su objetivo primordial es desarrollar conocimientos que puedan utilizarse inmediatamente con el fin de resolver dificultades reales. A diferencia de la investigación que se realiza únicamente con fines académicos, la investigación aplicada se centra en el desarrollo de tecnología novedosa y la resolución de problemas cotidianos. Para lograr estos objetivos, la investigación aplicada recurre a determinados aspectos de las teorías, conocimientos, metodologías y técnicas recopilados, aplicándolos a fines específicos para obtener los resultados deseados. Suele hacer uso de enfoques empíricos y, dado que se lleva a cabo en escenarios del mundo real, puede necesitar la aplicación de procedimientos de investigación lo más flexibles posible (Rodríguez, 2020).

Aplicada, se realizó la recopilación de información y así mismo se puso en práctica mediante los ensayos realizados en la adición de cenizas de estiércol y cenizas de eucalipto en el adobe tradicional.

3.3.2 *Enfoque de investigación*

Según Hernández Sampieri et al. (2014) , el enfoque cuantitativo es un proceso sistemático, empírico y basado en datos numéricos, que utiliza métodos estadísticos para medir variables, analizar relaciones entre ellas y probar hipótesis con el fin de generalizar resultados a una población. Su objetivo es explicar y predecir fenómenos mediante la cuantificación, el control y la replicabilidad de los procedimientos (pp. 4 -10).

Cuantitativo, porque se caracteriza en emplear técnicas de medición matemática con el objetivo de evaluar las propiedades del adobe con edición de cenizas de estiércol y

eucalipto. Como el uso de instrumentos de medición, manipulación controlada de variables y la presentación de resultados en formatos numéricos y porcentuales.

3.3.3 *Nivel de la investigación*

La investigación explicativa es un método que pretende identificar las causas o explicaciones que subyacen a un determinado fenómeno o situación. Este nivel de estudio también se conoce como nivel explicativo. Uno de sus principales objetivos es comprender y dar una explicación de los vínculos causales que existen entre las variables que se investigan, o entender cómo y por qué ocurre algo. A diferencia de la investigación descriptiva, que se centra en documentar las características de un fenómeno, este tipo de estudio se preocupa más por determinar los factores básicos responsables de que se produzca el fenómeno. Para lograr este objetivo, se utilizan metodologías y diseños de investigación que permiten un examen exhaustivo de las conexiones entre variables. Para ello se suelen utilizar experimentos, estudios de casos, encuestas o análisis estadísticos avanzados. Cuando se realiza una investigación con una agenda explicativa, el objetivo no es sólo observar lo que está ocurriendo, sino también llegar a comprender los mecanismos que intervienen en el proceso (Villanueva, 2022).

Explicativo, se realizaron ensayos para determinar el porcentaje de humedad, absorción de agua, succión de agua, resistencia a la compresión y resistencia a la tracción en especímenes de unidades de adobe. El objetivo fue evaluar el efecto de las propiedades del adobe al incorporar cenizas de estiércol y eucalipto en porcentajes controlados. Se analizaron tres tipos de mezclas con la inclusión de cenizas de estiércol y eucalipto en proporciones del 3%, 5% y 8%, en relación al peso de la muestra. A través de estos ensayos, se buscó identificar cómo estas adiciones afectan las propiedades del adobe con la edición de cenizas de estiércol y eucalipto, en distintos porcentajes.



3.4 Población y muestra de la investigación

3.4.1 Población

Se refiere a todo el conjunto de elementos o personas que poseen los rasgos particulares que se están investigando. Con el objetivo de realizar el análisis y extraer conclusiones del estudio, se extraerá una muestra representativa de esta población, que sirve de base integral de la que se extraerá la muestra. Debido a que permiten que los resultados obtenidos sean relevantes y generalizables a toda la comunidad, la definición y delimitación de esta población son de suma importancia (Iglesias, 2021).

La población está constituida por los adobes convencionales elaborados en el distrito de Vilquechico.

3.4.2 Muestra

Es un subconjunto de la población del estudio que se elige para participar en la investigación. Se pretende que sea representativa de toda la población. En este enfoque, en lugar de investigar a toda la población, la atención se centra en evaluar y recopilar datos de un grupo más limitado, conocido como muestra, con la intención de extraer conclusiones sobre el conjunto de la población. La selección de una muestra adecuada adquiere gran importancia, ya que influye directamente en la veracidad y el grado en que las conclusiones de la investigación pueden aplicarse a toda la población (Castillo et al., 2014).

Esta investigación utilizó una muestra de 51 unidades de adobe (muestra patrón) y 51 unidades para cada tipo de adobe con la adición de cenizas de estiércol y eucalipto en porcentajes del 3%, 5% y 8%. Se logró realizar un total de 357 muestras de unidades de adobe.

Figura 7

Elaboración de muestras de unidades de adobe



Nota. Fuente: El autor

3.4.3 Muestreo

En el desarrollo de esta investigación, se optó por emplear un muestreo de tipo no probabilístico, específicamente de tipo intencional, el cual fue realizado según la conveniencia del investigador. Este método permitió seleccionar de manera aleatoria ciertos elementos dentro de la población, según lo que se consideró apropiado para los fines del estudio. La cantidad exacta de muestras utilizadas en los diversos ensayos realizados se presenta detalladamente en la tabla N°4.

Tabla 4

Cantidad de muestras

Muestras	Humedad	%Absorción	Succión	Variación dimensional	Alabeo	Resistencia a compresión	Resistencia a tracción	Resistencia a compresión de pilas
AC	5	4	4	4	4	12	12	6
A-3%CES	5	4	4	4	4	12	12	6
A-5%CES	5	4	4	4	4	12	12	6
A-8%CES	5	4	4	4	4	12	12	6
A-3%CEC	5	4	4	4	4	12	12	6
A-5%CEC	5	4	4	4	4	12	12	6
A-8%CEC	5	4	4	4	4	12	12	6
TOTAL	35	28	28	28	28	84	84	42



Nota. Donde:

AC = Adobe convencional

A-3% CES = Adobes con 3% de cenizas de estiércol

A-5% CES = Adobes con 5% de cenizas de estiércol

A-8% CES = Adobes con 8% de cenizas de estiércol

A-3% CEC = Adobe con 3% de ceniza de eucalipto

A-5% CEC = Adobe con 5% de ceniza de eucalipto

A-8% CEC = Adobe con 8% de ceniza de eucalipto

3.5 Técnicas e instrumentos

3.5.1 Técnicas

En el ámbito de la investigación científica o académica, las técnicas son un conjunto de métodos y procesos que se utilizan para obtener información, evaluar datos y llegar a conclusiones. Estos métodos son sumamente importantes porque permiten a los investigadores recopilar datos de forma metódica y objetiva, lo que a su vez conduce a la obtención de resultados fiables y legítimos. Estas técnicas son herramientas esenciales que permiten a los investigadores abordar eficazmente la complejidad de su investigación y obtener conclusiones sólidas basadas en pruebas. La selección de cada técnica se hace con una consideración cuidadosa y deliberada, en función de los objetivos particulares de la investigación y de la naturaleza del problema que se estudia (Hadi et al., 2023).

Se han empleado y desarrollado las siguientes técnicas:

- Documentación
- Observación
- Experimentación en laboratorio
- Análisis de datos

3.5.2 Instrumentos

Los investigadores utilizan diversos equipos y dispositivos, conocidos como instrumentos de investigación, para recopilar, medir y evaluar datos a lo largo de su investigación. La utilización de estos dispositivos permite obtener información de forma metódica y ordenada, lo que a su vez facilita la obtención de conclusiones legítimas y precisas. Para los distintos tipos de investigación pueden utilizarse diferentes instrumentos, como cuestionarios, encuestas, entrevistas, pruebas, observaciones directas, grabaciones y análisis de contenido, entre otros. Los distintos tipos de estudio pueden necesitar instrumentos diferentes. Al diseñar cada instrumento se tienen en cuenta los objetivos de la investigación y los factores que se van a investigar. Esto permite recopilar datos precisos y pertinentes para su posterior análisis. Para que el estudio sea completo y de calidad, es esencial asegurarse de que los instrumentos se eligen y utilizan adecuadamente (Hadi et al., 2023).

Los instrumentos para este estudio son:

- Pruebas llevadas a cabo con fiabilidad.
- Equipos y herramientas de laboratorio.
- Documentación y certificaciones de calidad.

3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

3.6.1 Validación de los instrumentos

La validación de instrumentos es el proceso de comprobar si una herramienta de medición evalúa correctamente la variable o concepto que pretende medir. Se enfoca en asegurar que el instrumento sea válido, es decir, que realmente mida lo que debe medir. Este proceso involucra recopilar pruebas empíricas para justificar la interpretación y el uso correcto de los datos recogidos por el instrumento. La validación puede realizarse a través de diferentes métodos, incluyendo la evaluación de la relevancia del contenido, la



comparación con estándares externos (validez de criterio) y el análisis de su relación con otras variables relevantes teóricamente (validez de constructo).

La validación del instrumento en esta investigación fue dada por laboratorio de la Universidad.

3.6.2 Confiabilidad de instrumentos

La fiabilidad se refiere al grado en que un equipo de medición es coherente y constante a la hora de proporcionar esos resultados. Cuando los resultados de un instrumento son uniformes en las mismas condiciones, decimos que el instrumento es fiable. Es esencial mantener esta uniformidad para garantizar la precisión de las mediciones, así como la generalizabilidad y reproducibilidad de los hallazgos. Existen varios métodos para evaluar la fiabilidad. Estos métodos incluyen la repetición de la prueba, que consiste en aplicar el instrumento en dos ocasiones distintas, la coherencia interna, que consiste en examinar la coherencia entre las preguntas del instrumento, y la fiabilidad entre evaluadores, que consiste en comparar la coherencia de los resultados obtenidos por distintas personas que han aplicado el instrumento.

3.7 Procedimiento de recolección de datos

3.7.1 Recolección de material

Tierra:

El proceso de fabricación del adobe comienza con la recolección cuidadosa de muestras de suelo de áreas específicas que reflejan las condiciones del sitio de construcción previsto. Esta etapa inicial es crítica, ya que las características del adobe final están intrínsecamente ligadas a las cualidades del suelo utilizado. Por tanto, se eligen meticulosamente sitios representativos para la extracción de muestras, que luego son etiquetadas y recopiladas con el fin de mantener una correlación precisa con las propiedades del suelo.

La diversidad en la recolección de muestras es esencial para capturar la variabilidad en la composición del suelo, atendiendo a factores como la textura, el nivel de humedad y el porcentaje de arcilla, los cuales son determinantes en la calidad del adobe. Tras la recolección, las muestras son enviadas a un laboratorio especializado para someterse a una serie de pruebas analíticas. Estas pruebas están diseñadas para evaluar las características del suelo, lo que es fundamental para establecer la composición adecuada de la mezcla de adobe, el adobe tiene una dimensión de 40x20x10 cm.

Recolección de cenizas de estiércol y cenizas de eucalipto:

En el distrito de Vilquechico, se destaca la significativa presencia de ganado vacuno. Esta abundancia animal ha permitido desarrollar prácticas sostenibles, como la recolección de estiércol. Una vez recolectado y secado, este estiércol se transporta a un lugar adecuado donde se somete a un proceso de calcinación. Durante este proceso, el estiércol se coloca en una cubeta y se calienta hasta que se transforma en ceniza. Este método no solo es eficiente, sino que también contribuye a la gestión de residuos de manera ecológica.

Paralelamente, para la obtención de cenizas de eucalipto, se lleva a cabo un proceso similar. Se recolectan ramas y hojas caídas de los árboles de eucalipto, un recurso natural abundante en la zona. Estos restos vegetales, al igual que el estiércol, se someten a calcinación. Este procedimiento no solo aprovecha los recursos naturales caídos, sino que también transforma lo que sería un desecho en un producto útil.

3.7.2 Ensayos en laboratorio

a. Contenido de humedad: El propósito principal de este ensayo es determinar de manera exacta y confiable el porcentaje de humedad presente en el agregado que se está evaluando. Este procedimiento es fundamental para entender cómo el material se comporta bajo diversas condiciones, ya que el contenido de humedad influye en las propiedades del mismo. La medición precisa de la humedad es un aspecto clave en

campos como la ingeniería civil y la construcción, ya que esta variable tiene un impacto directo sobre la calidad, la resistencia estructural y la durabilidad de los materiales empleados. La normativa aplicable para realizar este tipo de medición es la NTP 339.127, que establece los lineamientos para llevar a cabo este ensayo de manera adecuada y conforme a los estándares establecidos.

Procedimiento:

- Se selecciona con atención una muestra que sea representativa de la totalidad de los agregados, lo que asegura que los resultados obtenidos sean fieles a la composición general del material. Esta selección cuidadosa es esencial para garantizar la precisión y validez de los resultados del ensayo.
- Se procede a determinar el peso inicial de la muestra en su estado húmedo. Para ello, la muestra se coloca en una bolsa y se mide con una balanza de alta precisión. Este paso es fundamental, ya que el peso inicial es necesario para realizar el cálculo correcto del contenido de humedad presente en el material.
- Posteriormente, la muestra se somete a un proceso de secado controlado en una estufa, ajustada a una temperatura constante de 110 ± 5 °C. Este proceso de secado tiene como objetivo la eliminación gradual y controlada de la humedad del material, facilitada por la evaporación del agua contenida en la muestra.
- Una vez completado el proceso de secado, la muestra se retira de la estufa y se deja enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente. Este enfriamiento es importante para asegurar que la muestra esté en condiciones térmicas estables antes de realizar cualquier medición adicional.
- Finalmente, se mide y registra con precisión el peso de la muestra después de su enfriamiento. Este peso seco es esencial para el análisis posterior y para calcular el contenido de humedad original de la muestra antes del proceso de secado.

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$



b. Ensayo de límites de consistencia: El propósito fundamental de este ensayo es cuantificar la proporción de partículas plásticas presentes en una muestra de material, centrándose especialmente en aquellas partículas cuyo tamaño es lo suficientemente pequeño como para pasar a través de un tamiz con malla número 40. Este análisis se realiza después de haber determinado los índices de liquidez y plasticidad del material, lo que permite comprender mejor su comportamiento bajo distintas condiciones. Para garantizar que los resultados obtenidos sean precisos, consistentes y adecuados, el ensayo se realiza siguiendo rigurosamente los procedimientos y directrices establecidos en la normativa NTP 399.129, asegurando que el estudio se ejecute con los estándares requeridos para mantener su fiabilidad y aplicabilidad.

Procedimiento LP:

- El proceso comienza con la modelización de la muestra, dándole inicialmente una forma elipsoidal, la cual posteriormente se transforma de manera manual en una figura cilíndrica. Este cambio de forma facilita la evaluación y medición de la muestra durante el ensayo.
- A continuación, se mide la resistencia de la muestra a la compresión hasta que se logre alcanzar un diámetro de 3,2 mm. Este paso se repite tantas veces como sea necesario para obtener una evaluación precisa de la consistencia plástica del material.
- Después de que la muestra se colapse de forma controlada, se traslada con cuidado para proceder a su pesaje. Es crucial que la muestra mantenga un peso mínimo de 6 gramos, ya que esto asegura que los resultados obtenidos sean representativos de la muestra en cuestión.
- Se lleva a cabo un análisis del contenido de humedad de la muestra con el fin de correlacionarlo adecuadamente con las propiedades plásticas del material.
- Finalmente, una vez que la muestra ha sido secada, se pesa nuevamente para registrar su peso final. Todos los datos obtenidos durante este procedimiento se

anotan de forma detallada para su posterior análisis y para poder consultarlos en futuras investigaciones.

$$LP = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Procedimiento LL:

- El proceso comienza con la colocación cuidadosa de la muestra en una bandeja de superficie plana. En esta etapa inicial, se agregan entre 15 y 20 mililitros de agua destilada de manera precisa. Este paso es fundamental para garantizar que la mezcla se logre de forma uniforme y adecuada.
- A continuación, el agua se introduce de manera gradual y controlada, un proceso crucial para evitar que la mezcla adquiera características no deseadas que podrían alterar los resultados del ensayo. Este procedimiento asegura que el material se mantenga representativo de las condiciones que se evalúan en cuanto a los límites líquidos.
- Luego, una porción de la mezcla se traslada con cuidado a un recipiente adecuado. Durante este traslado, se presta especial atención a la forma en que se coloca la muestra para asegurar que la compactación sea uniforme. El proceso de nivelación se realiza con gran precisión utilizando una espátula, con el fin de obtener una superficie plana.
- La mezcla se nivela hasta alcanzar una altura máxima de 1 cm en su punto más alto. Esta precisión en la nivelación es esencial para asegurar la uniformidad necesaria para que los resultados sean confiables y representativos de las condiciones del material.
- A continuación, la muestra se coloca en la copa de bronce de manera meticulosa. Para ello, se utilizan golpes controlados con un instrumento ranurador, lo cual asegura que la muestra quede preparada adecuadamente para la siguiente fase del ensayo.
- Una vez colocada la muestra en la copa, se activa una palanca que permite que el recipiente caiga a un ritmo constante de dos veces por segundo. Este proceso facilita

que las dos partes de la mezcla en la base del aparato entren en contacto de forma crítica para la medición precisa de los límites líquidos del material.

- Finalmente, se registra con sumo cuidado el número de golpes necesarios para cerrar la ranura de aproximadamente 13 mm de ancho. Este conteo es esencial para la determinación precisa de los límites líquidos del material, lo que permite obtener una evaluación detallada de su comportamiento bajo ciertas condiciones.

$$LL = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Procedimiento índice plástico:

$$IP = LL - LP$$

- c. Ensayo de análisis granulométrico (ASTM D422):** Este análisis es crucial para garantizar que los materiales cumplan con los estándares y especificaciones requeridos para su uso previsto, asegurando así la calidad y la longevidad de las estructuras y proyectos en los que se emplean. El procedimiento se rige estrictamente por los lineamientos y estándares definido en la normativa NTP 399.128.

Procedimiento:

- El procedimiento inicia con la selección cuidadosa de la cantidad adecuada de muestra, lo cual se determina en función de la textura del suelo. Si se trata de suelos con una granulometría más gruesa, se utiliza un mayor volumen de muestra, mientras que para suelos con una textura más fina, se emplea una cantidad menor. Este primer paso es fundamental para garantizar que los resultados obtenidos en el análisis granulométrico sean precisos y representativos del material en estudio.
- A continuación, se determina con exactitud el peso de la muestra antes de colocarla en el tamiz superior de una serie de tamices apilados unos dentro de otros. Para que el proceso de tamizado se lleve a cabo de manera eficaz, es fundamental que la distribución inicial del material sea uniforme y suficiente.



- El proceso de tamizado se realiza de forma manual, con movimientos circulares regulados que favorecen el movimiento del material a través de las mallas del tamiz de forma continua y eficaz. Con el fin de lograr la mayor precisión posible en el análisis, esta técnica garantiza que las fracciones granulares se separen de la manera más eficaz posible.

d. **Ensayo de absorción (NTP 399.613)**

- Escoge varias muestras representativas del adobe que deseas evaluar. Asegúrate de que las muestras sean homogéneas y representativas de la producción.
- Pesa cada muestra de adobe en su estado seco, utilizando una balanza con suficiente precisión. Registra el peso de cada muestra como A (peso del adobe seco).
- Sumerge completamente las muestras de adobe en agua durante un período de 24 horas. Asegúrate de que todas las muestras estén completamente saturadas con agua. Durante este tiempo, el adobe absorberá el agua.
- Después de 24 horas, retira las muestras del agua. Deja que el agua superficial se drene de manera natural. No se debe secar el adobe ni someterlo a ningún proceso de evaporación forzada. Las muestras deben estar húmedas, pero no goteando agua al momento de pesarlas.
- Pesa nuevamente cada muestra de adobe después de la saturación, asegurándote de que estén bien drenadas. Registra el peso de las muestras saturadas como B (peso de adobe saturado).

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

Figura 8*Ensayo de absorción del adobe***e. Ensayo de succión (NTP 399.613)**

- Escoge varias muestras representativas del adobe que deseas evaluar, como se indica en tu documento. Las muestras deben ser homogéneas y representativas.
- Pesa cada muestra de adobe en su estado seco. Registra el peso de cada muestra como P1 (peso inicial en gramos) antes de realizar el ensayo. Este peso debe ser preciso.
- Determina el área de contacto de la muestra con la superficie (en tu caso se indica un área de 800 cm²), lo cual es importante para los cálculos posteriores.
- Sumerge las muestras en agua de manera que solo la base esté en contacto con el agua, asegurándote de que el resto de la muestra esté seco. Este proceso permite que el adobe absorba agua por su parte inferior, simulando las condiciones reales de absorción en la construcción.
- Después de una cantidad de tiempo adecuada (generalmente unos pocos minutos), retira las muestras del agua y permite que el exceso de agua se drene. Luego, pesa nuevamente la muestra y registra el peso como P2 (peso después de la inmersión).

$$succion \left(\frac{gr}{200cm^2min} \right) = \frac{(P1 - P2)}{Area} * 200$$

Figura 9*Ensayo de succión del adobe***f. Ensayo a compresión del adobe.****Procedimiento según la normativa E.080:**

- Para empezar, es necesario preparar un mínimo de seis cubos de la muestra que se va a ensayar. Es esencial asegurarse de que cada cubo satisface las dimensiones y características que se han indicado específicamente para la prueba que se está tratando.
- A continuación, es necesario examinar y cumplir estrictamente los requisitos establecidos en la norma C-67 de la ASTM. Esta norma da instrucciones para la preparación y elaboración de los cubos. Para asegurar que cada cubo sea preparado de acuerdo con las normas estandarizadas que han sido especificadas por esta norma para las pruebas de compresión, es importante que cada cubo sea preparado. A lo largo de todo el procedimiento de ensayo de compresión, es muy necesario hacer uso de la norma ASTM C-67 como guía principal, y adherirse a sus recomendaciones específicas para asegurar que el ensayo se lleva a cabo correctamente y que las muestras que se están ensayando se manipulan adecuadamente.
- Es de suma importancia cumplir todos los procedimientos de ensayo especificados en la norma. Esto incluye no sólo la preparación de los cubos, sino también la

- aplicación precisa de la carga de compresión y la medición exacta de las fuerzas que intervienen en el ensayo.
- Una vez preparados los cubos, el ensayo de compresión se lleva a cabo aplicando una carga controlada a cada probeta hasta que alcance su punto de rotura. Sólo entonces se considera completado el ensayo. Mediante este procedimiento es posible determinar la resistencia del material en determinadas circunstancias de compresión.
 - Para determinar la resistencia a la compresión (f'_b) de cada cubo, se divide la mayor carga que el cubo fue capaz de soportar antes de romperse (P_u) por el área bruta (A) de la cara del cubo sometida a compresión. Este cálculo es esencial para determinar la resistencia del material.
 - En el caso de muestras que sean sólidas o tubulares, se debe emplear el área bruta en los cálculos. Para las muestras que sean huecas o perforadas, se deberá calcular la resistencia a la compresión utilizando tanto el área bruta como el área neta, lo que proporciona una evaluación más completa de las propiedades de la muestra.
 - Finalmente, se deben registrar con precisión los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión para cada uno de los seis cubos. Estos resultados se analizarán cuidadosamente para determinar la consistencia del material y su calidad en comparación con los estándares establecidos en la norma ASTM C-67.

Figura 10

Ensayo a la compresión de la muestra del adobe



g. Ensayo a tracción del adobe.**Procedimiento según la normativa E.080:**

- Escoge varias muestras representativas del adobe que desees evaluar, asegurándote de que sean de las dimensiones correctas (como 40 cm de largo y 20 cm de ancho indicados).
- Mide el largo, ancho y alto de cada muestra de adobe para obtener el área de la sección transversal. El área de la muestra se calcula multiplicando el largo por el ancho de la muestra.
- Registra el área bruta (en cm^2) de cada muestra. Por ejemplo, para una muestra de 40 cm de largo y 20 cm de ancho, el área será 800 cm^2 .
- Coloca la muestra en una máquina de tracción, asegurándote de que esté bien alineada y sujeta correctamente para evitar fallos prematuros debido a desalineaciones.
- Aplica una carga de manera progresiva hasta que el adobe se rompa. Registra la carga máxima aplicada (en kg), que es el valor de la carga (en kg) al momento de la ruptura.

Figura 11*Ensayo a la tracción*



h. Ensayo a pilas del adobe.

Procedimiento según la normativa E.080:

- Escoge las pilas de adobe que deseas evaluar. Asegúrate de que las muestras sean representativas de la producción.
- Toma en cuenta las dimensiones de la pila de adobe. Según tu ejemplo, las pilas tienen dimensiones de 40.00 cm de largo, 20.00 cm de ancho y 32.00 cm de altura.
- Mide las dimensiones de la pila de adobe: largo, ancho y altura.
- Calcula el área bruta de la sección transversal (largo * ancho).
- Pesa cada muestra de adobe antes de someterla a la prueba.
- Registra el peso en kilogramos (kg) como carga (kg) al momento de la prueba.
- Coloca la pila de adobe en la prensa de compresión, asegurándote de que esté alineada correctamente.
- Aplica la carga de manera gradual hasta que la pila de adobe se rompa, de manera que se registre la carga máxima soportada).

3.8 Procesamiento y análisis de datos

La fase de tratamiento de datos es una parte vital del proceso de investigación y análisis porque transforma los datos en información útil. Para empezar, se realiza un análisis exhaustivo de los datos para garantizar que son de alta calidad y precisos. Después, los datos se organizan y analizan con el uso de diversas herramientas, como hojas de cálculo, lo que facilita el reconocimiento de patrones y tendencias. En el siguiente paso, se lleva a cabo el análisis para extraer la información pertinente y, a continuación, se sintetizan los resultados para crear juicios fundamentados. Por último, pero no por ello menos importante, las conclusiones se presentan de forma comprensible y fácilmente accesible, con el uso de tablas o presentaciones para facilitar la comprensión y la integración práctica.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados

En este capítulo, se exponen los resultados obtenidos en el laboratorio mediante tablas y gráficos para facilitar su comprensión. Se presenta el análisis de la incorporación de cenizas de estiércol y cenizas de eucalipto en diferentes porcentajes, específicamente del 3%, 5% y 8%. Estos resultados son de gran importancia para evaluar el impacto de la adición de cenizas en las propiedades y características del adobe en estudio. El uso de tablas y gráficos permite una visualización clara y comparativa de los datos, lo que facilita la interpretación de los resultados y la identificación de tendencias o patrones significativos.

4.1.1 *Propiedades del adobe convencional en el distrito de Vilquechico*

a. Análisis granulométrico

Se realizaron cuatro muestras para determinar la gradación del suelo natural. Este procedimiento permite identificar con precisión la distribución de los tamaños de partículas en la muestra de tierra natural, lo cual es crucial para garantizar una composición adecuada que optimice las características mecánicas y estructurales del adobe según la normas E.080, (2020).

Tabla 5

Tamaños de las partículas- M1

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDOS PARCIAL	%RETENIDOS ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"				
3/8"	2.78	0.56	0.56	99.44
N°4	52.54	10.51	11.06	88.94
N°10	56.34	11.27	22.33	77.67
N°20	17.87	3.57	25.91	74.09
N°40	51.23	10.25	36.15	63.85
N° 50	23.14	4.63	40.78	59.22
N°100	34.67	6.93	47.71	52.29
N°200	48.54	9.71	57.42	42.58
BASE	212.89	42.58	100.00	0.00
TOTAL	500.00	100.00		
% PERDIDA	42.58			

Figura 12

Curva-M1

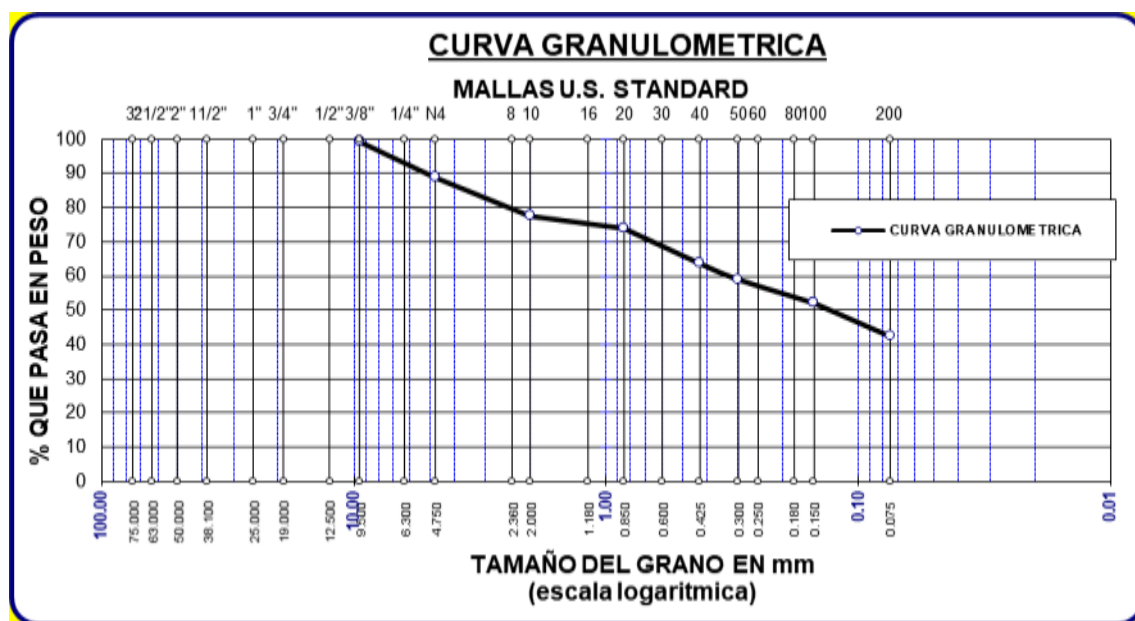


Tabla 6

Tamaños de las partículas- M2

TAMICES	PESO	%RETENIDOS	%RETENIDOS	% QUE
ASTM	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	3.21	0.64	0.64	99.36
Nº .4	25.23	5.05	5.69	94.31
Nº. 10	50.74	10.15	15.84	84.16
Nº. 20	39.86	7.97	23.81	76.19
Nº. 40	76.54	15.31	39.12	60.88
Nº. 50	50.24	10.05	49.16	50.84
Nº. 100	51.59	10.32	59.48	40.52
Nº. 200	82.12	16.42	75.91	24.09
BASE	120.47	24.09	100.00	0.00
TOTAL	500.00	100.00		
% PERDIDA	24.09			

Figura 13

Curva-M2

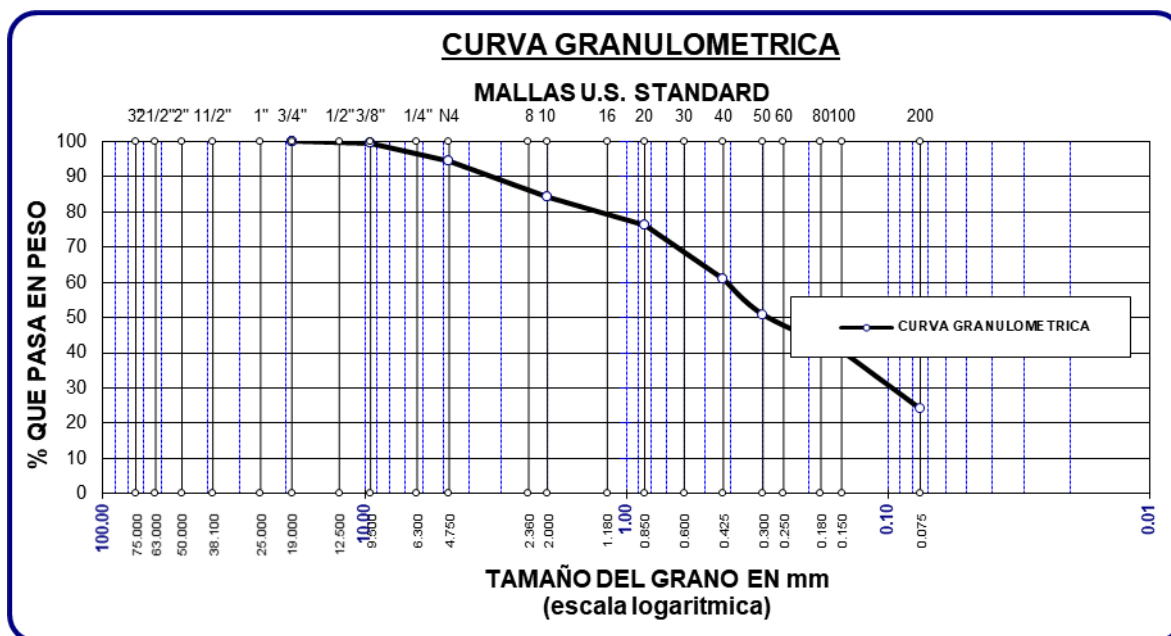


Tabla 7

Tamaños de las partículas- M3

TAMICES	PESO	%RETENIDOS	%RETENIDOS	% QUE
ASTM	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	24.23	4.85	4.85	95.15
3/8"	38.54	7.71	12.55	87.45
N°.4	42.31	8.46	21.02	78.98
N°.10	50.96	10.19	31.21	68.79
N°.20	46.87	9.37	40.58	59.42
N°.40	44.85	8.97	49.55	50.45
N°.50	30.12	6.02	55.58	44.42
N°.100	48.62	9.72	65.30	34.70
N°.200	70.69	14.14	79.44	20.56
BASE	102.81	20.56	100.00	0.00
TOTAL	500.00	100.00		
% PERDIDA	20.56			

Figura 14

Curva-M3

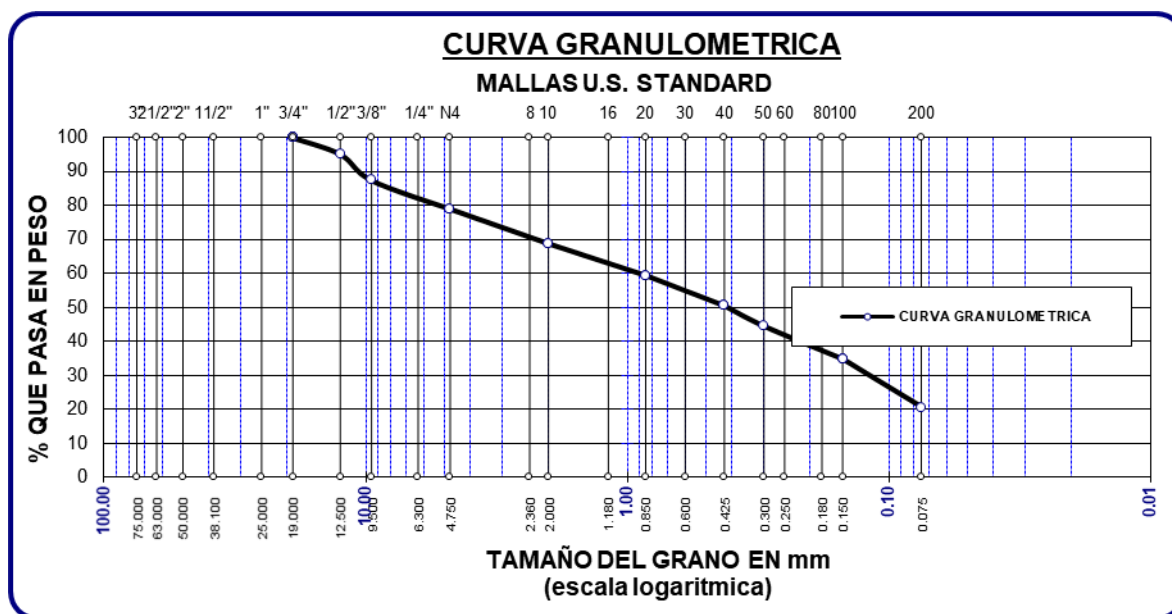


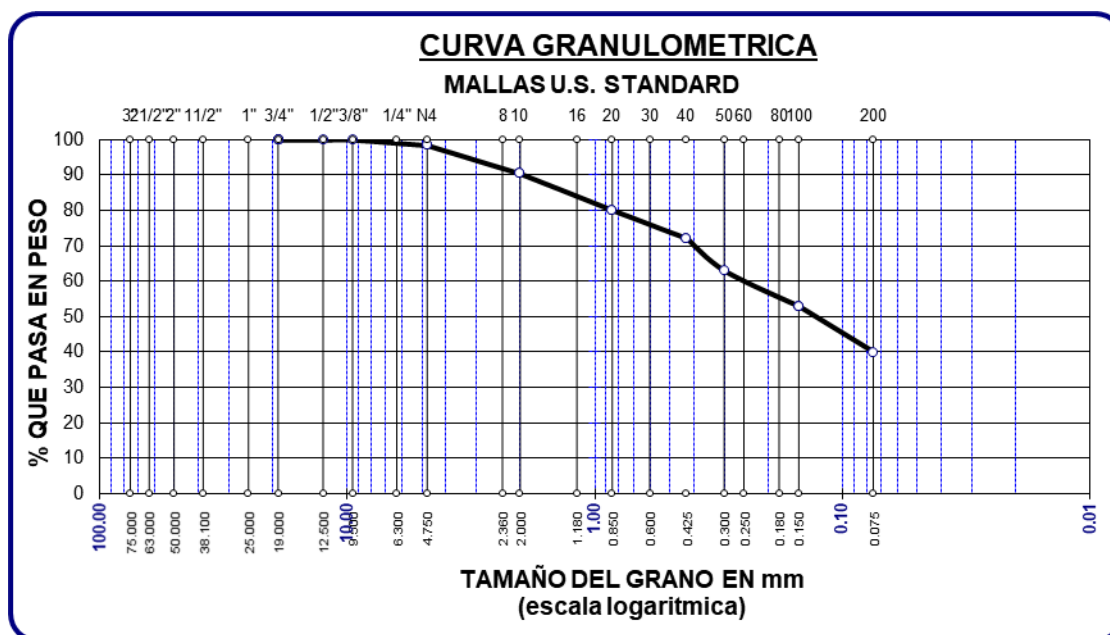
Tabla 8

Tamaños de las partículas- M4

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDOS PARCIAL	%RETENIDOS ACUMULADO	% QUE PASA
3/4"	0	0	0	100
1/2"	0	0	0	100
3/8"	0	0	0	100
N°4	7.86	1.57	1.57	98.43
N°10	40.23	8.05	9.62	90.38
N°20	51.68	10.34	19.95	80.05
N°40	40.23	8.05	28.00	72.00
N° 50	45.68	9.14	37.14	62.86
N° 100	50.43	10.09	47.22	52.78
N° 200	64.78	12.96	60.18	39.82
BASE	199.11	39.82	100.00	0.00
TOTAL	500.00	100.00		
% PERDIDA	39.82			

Figura 15

Curva-M4



b. Límites de Atterberg

Se analizaron cuatro muestras para determinar el límite líquido e índice de plasticidad del suelo natural. Este procedimiento permite garantizar el cumplimiento de los

requisitos técnicos de la Norma E.080 (LL<50% e IP 7-15%), asegurando así la resistencia mínima requerida.

Tabla 9*Límites de Atterberg*

Muestreo	LL	LP	IP
M_1	40.48	21.9	18.58
M_2	40.15	21.7	18.44
M_3	39.4	22.33	17.07
M_4	37.89	20.75	17.14

c. Humedad natural

La humedad del suelo para la elaboración de adobes debe ser el adecuado para permitir un buen moldeado, sin alcanzar la saturación, y preferiblemente por debajo del límite líquido. Este control se basa en la norma E.080 (2020), que regula las construcciones con tierra reforzada en el Perú, y es esencial para garantizar la calidad, resistencia y durabilidad del adobe en condiciones reales de uso. Por ello, se realizaron cinco muestras para determinar humedad natural, los cuales son fundamentales para ajustar la dosificación de agua en la mezcla, garantizando una consistencia óptima que favorezca el moldeo, la compactación y un secado uniforme del adobe.

Tabla 10*Humedad del suelo natural*

Detalles	Humedad	
	% humedad	Prom.
M_01	23.53%	23.63%
M_02	23.79%	
M_03	23.77%	
M_04	23.81%	
M_05	23.23%	

d. Absorción del adobe

Se analizaron cuatro muestras para determinar el porcentaje de absorción del adobe para analizar la capacidad de la muestra de absorber y retener agua, lo cual es fundamental para evaluar su comportamiento en condiciones de humedad. Se realizaron ensayos con muestras de AC como medida de control, con el fin de compararlas con unidades de adobe que incorporan CES y CEC en proporciones de 3%, 5% y 8% en relación al peso del adobe.

Tabla 11

Adobe - porcentaje de absorción

Descripción	Pe-seco	Pe-saturado	% de absorción
M1	11656	13657	17.17%
M2	11678	13684	17.18%
M3	11702	13707	17.13%
M4	11684	13685	17.13%
		Promedio	17.15%

e. Succión del adobe convencional

Se analizaron cuatro muestras para determinar el porcentaje de succión del adobe para analizar la capacidad de la muestra de absorber por capilaridad, lo cual es fundamental para evaluar su comportamiento en condiciones de humedad. Se realizaron ensayos con muestras de AC como medida de control, con el fin de compararlas con unidades de adobe que incorporan CES y CEC en proporciones de 3%, 5% y 8% en relación al peso del adobe.

Tabla 12

Adobes estándar- succión

Detalles	P. Seco (gr)	P. Saturado (gr)	Área(cm ²)	Succiones (gr/200-cm ² -min)
M1	11681	11752	800.00	17.75
M2	11667	11741		18.50
M3	11689	11761		18.00
M4	11676	11748		18.00
Promedio				18.06

Estos valores indican la tasa a la que el agua es absorbida por unidad de área en el material.

f. Variación dimensional del adobe convencional

Se analizaron muestras para determinar los cambios en las dimensiones físicas del adobe (largo, ancho y alto) que pueden ocurrir debido a procesos en el secado de la muestra, con el fin de garantizar que cumplan con las normas técnicas, prevenir deformaciones que afectan la estabilidad estructural y asegurar su desempeño en la construcción con este material constructivo.

Tabla 13

Variabilidad en las medidas - largo

Detalles	LARGO-cm					PROMEDIO	V (%)
	L-01	L-02	L-03	L-04	L-05		
AD-1	39.91	40.23	39.91	40.18	40.09	40.06	-0.16
AD-2	40.12	39.92	39.96	40.13	40.20	40.07	-0.16
AD-3	40.20	40.16	40.10	39.87	39.84	40.03	-0.09
AD-4	40.06	40.17	40.13	40.11	39.87	40.07	-0.17

Tabla 14

Variabilidad en las medidas - ancho

Detalles	ANCHO-cm						PROMEDIO	V (%)
	L-01	L-02	L-03	L-04	L-05			
AD-1	20.31	19.91	19.89	19.93	20.21	20.05	-0.25	
AD-2	19.89	20.22	19.94	20.34	19.87	20.05	-0.26	
AD-3	20.10	19.87	19.91	20.08	20.16	20.02	-0.12	
AD-4	20.07	20.11	20.22	20.32	20.19	20.18	-0.91	

Tabla 15

Variabilidad en las medidas - altura

Detalles	ALTURA-cm					PROMEDIO	V (%)
	L-01	L-02	L-03	L-04	L-05		
AD-1	10.23	10.19	9.93	9.88	9.96	10.04	-0.38
AD-2	9.89	9.97	9.85	10.08	9.92	9.94	0.58
AD-3	9.92	10.09	10.24	10.09	9.92	10.05	-0.52
AD-4	10.23	10.18	10.14	9.96	9.84	10.07	-0.70

g. Alabeo del adobe convencional

Se evaluaron cuatro muestras para identificar posibles curvaturas o deformaciones en las caras o bordes de los adobes, con el propósito de verificar su conformidad con las normas técnicas. Esto permite evitar deformaciones que comprometan la estabilidad estructural y garantizar un rendimiento adecuado en la construcción con este material.

Tabla 16

Alabeo del adobe

Detalles	Cara superior(mm)		Cara inferior(mm)		Alabeo(mm)	
	Cóncavos	Convexos	Cóncavos	Convexos	Cóncavos	Convexos
AD-1	1.65	1.39	1.85	1.35	1.75	1.37
AD-2	1.72	1.87	1.3	1.65	1.51	1.76
AD-3	1.65	1.7	1.55	1.35	1.6	1.53
AD-4	1.65	1.4	1.5	1.5	1.58	1.45

h. Resistencia a compresión

Se analizaron muestras de 10x10x10 cm para determinar la resistencia compresiva del AC a los 7, 14 y 28 días. Estas pruebas se emplearon como medida de control, con el propósito de comparativa la resistencia compresiva con unidades de adobe que incluyen CES y CEC en proporciones del 3%, 5% y 8% respecto al peso del adobe

Tabla 17

Adobes – rotura a compresión 7

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	312	3.12
AD-2		324	3.24
AD-3		309	3.09
AD-4		310	3.10
Promedio			3.14

Tabla 18*Adobes – rotura a compresión 14*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	635	6.35
AD-2		614	6.14
AD-3		652	6.52
AD-4		635	6.35
Promedio			6.34

Tabla 19*Adobes – rotura a compresión 28*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	1221	12.21
AD-2		1213	12.13
AD-3		1231	12.31
AD-4		1209	12.09
Promedio			12.19

i. Resistencia a tracción

Se analizaron muestras de 40x20x10 cm para determinar la resistencia a tracción del AC a los 7, 14 y 28 días. Estas pruebas se emplearon como medida de control, con el propósito de comparar la resistencia a la tracción con unidades de adobe que incluyen CES y CEC en proporciones del 3%, 5% y 8% respecto al peso del adobe.



Tabla 20

Adobes – rotura a tracción 7

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	172	0.215
AD-2		170	0.213
AD-3		171	0.214
AD-4		167	0.209
Promedio			0.21

Tabla 21

Adobes – rotura a tracción 14

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	363	0.454
AD-2		358	0.448
AD-3		359	0.449
AD-4		361	0.451
Promedio			0.45

Tabla 22

Adobes – rotura a tracción 28

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	662	0.828
AD-2		670	0.838
AD-3		667	0.834
AD-4		664	0.830
Promedio			0.83

j. Resistencia a compresión (pilas) de adobe

El ensayo se realizó en muestras de 40x20x10 a los 7, 14 y 28 días. Se analizaron muestras de 40x20x10 cm para determinar la resistencia a la compresión (pilas) del AC a los 7, 14 y 28 días. Estas pruebas se emplearon como medida de control, con el propósito de comparar la resistencia compresiva (pilas) con unidades de adobe que incluyen CES y CEC en proporciones del 3%, 5% y 8% respecto al peso del adobe

Tabla 23*Adobe – rotura de pilas 7*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	1512	1.89
AD-2		1521	1.90
Promedio			1.90

Tabla 24*Adobe – rotura de pilas 14*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	2781	3.48
AD-2		2765	3.46
Promedio			1.90

Tabla 25*Adobe – rotura de pilas 28*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	5552	6.94
AD-2		5547	6.93
Promedio			6.94



4.1.2 Adición de cenizas de estiércol en el adobe convencional

a. Humedad natural con 3%, 5% y 8%

Tabla 26

Humedad con el 3% de cenizas de estiércol

Detalles	Humedad	
	% humedad	Promedio
M-01	21.73%	
M-02	22.19%	
M-03	21.91%	22.06%
M-04	22.14%	
M-05	22.34%	

Tabla 27

Humedad con el 5% de cenizas de estiércol

Detalles	Humedad	
	% humedad	Promedio
M1	19.26%	
M2	19.16%	
M3	19.47%	19.47%
M4	19.82%	
M5	19.62%	

Tabla 28

Humedad con el 8% de cenizas de estiércol

Detalles	Humedad	
	% humedad	Promedio
M1	18.19%	
M2	18.05%	
M3	17.61%	18.03%
M4	18.39%	
M5	17.93%	

b. Absorción del adobe con el 3%, 5% y 8% de cenizas de estiércol**Tabla 29***Porcentajes de absorción-Adobes con 3% de cenizas de estiércol*

Detalle	P.Seco	P.Saturado	% absorción
M1	11679	13619	16.61%
M2	11685	13612	16.49%
M3	11694	13617	16.44%
M4	11679	13622	16.64%
		Promedio	16.55%

Tabla 30*Porcentajes de absorción-Adobes con 5% de cenizas de estiércol*

Detalle	P.Seco	P.Saturado	% absorción
M1	11645	13500	15.93%
M2	11664	13528	15.98%
M3	11684	13547	15.94%
M4	11697	13559	15.92%
		Promedio	15.94%

Tabla 31*Porcentajes de absorción-Adobes con 8% de cenizas de estiércol*

Detalle	P.Seco	P.Saturado	% absorción
M1	11667	13424	15.06%
M2	11684	13439	15.02%
M3	11658	13408	15.01%
M4	11679	13430	14.99%
		Promedio	15.02%

c. Succión del adobe con el 3%, 5% y 8% de cenizas de estiércol**Tabla 32***Succión del adobe con 3% de cenizas de estiércol*

Detalles	P.Seco(gr)	P.saturado(gr)	Área(cm ²)	Succiones(gr/200-cm ² -min)
M1	11679	11748	800.00	17.25
M2	11684	11752		17.00
M3	11674	11742		17.00
M4	11687	11756		17.25
Promedio				17.13

Tabla 33*Succión del adobe con 5% de cenizas de estiércol*

Detalles	P.Seco(gr)	P.saturado(gr)	Área(cm ²)	Succiones(gr/200-cm ² -min)
M1	11668	11735	800.00	16.75
M2	11682	11747		16.25
M3	11674	11740		16.50
M4	11691	11756		16.25
Promedio				16.44

Tabla 34*Succión del adobe con 8% de cenizas de estiércol*

Detalles	P.Seco(gr)	P.saturado(gr)	Área(cm ²)	Succiones(gr/200-cm ² -min)
M1	11678	11740	800.00	15.50
M2	11685	11748		15.75
M3	11686	11748		15.50
M4	11676	11739		15.75
Promedio				15.63

d. Rotura a compresión del adobe**❖ Resistencia a compresión con el 3% de ceniza de estiércol****Tabla 35***Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 7 días*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	405	4.05
AD-2		416	4.16
AD-3		402	4.02
AD-4		412	4.12
Promedio			4.09

Tabla 36*Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 14 días*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	754	7.54
AD-2		758	7.58
AD-3		756	7.56
AD-4		749	7.49
Promedio			7.54

Tabla 37*Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 28 días*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	1365	13.65
AD-2		1367	13.67
AD-3		1359	13.59
AD-4		1372	13.72
Promedio			13.66

❖ Resistencia compresiva con el 5% de ceniza de estiércol

Tabla 38

Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	504	5.04
AD-2		507	5.07
AD-3		504	5.04
AD-4		509	5.09
Promedio			5.06

Tabla 39

Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	821	8.21
AD-2		832	8.32
AD-3		812	8.12
AD-4		814	8.14
Promedio			8.20

Tabla 40

Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	1494	14.94
AD-2		1489	14.89
AD-3		1497	14.97
AD-4		1502	15.02
Promedio			14.96

❖ Resistencia compresiva con el 8% de ceniza de estiércol

Tabla 41

Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	378	3.78
AD-2		384	3.84
AD-3		372	3.72
AD-4		371	3.71
Promedio			3.76

Tabla 42

Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	697	6.97
AD-2		694	6.94
AD-3		689	6.89
AD-4		694	6.94
Promedio			6.94

Tabla 43

Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura a compresión 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	1301	13.01
AD-2		1317	13.17
AD-3		1314	13.14
AD-4		1315	13.15
Promedio			13.12

e. Resistencia a tracción del adobe con 3%, 5% Y 8% de ceniza de estiércol**❖ Rotura a tracción con el 3% de ceniza de estiércol****Tabla 44***Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 7 días*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	256	0.320
AD-2		261	0.326
AD-3		259	0.324
AD-4		263	0.329
Promedio			0.32

Tabla 45*Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 14 días*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	496	0.620
AD-2		485	0.606
AD-3		480	0.600
AD-4		492	0.615
Promedio			0.61

Tabla 46*Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 28 días*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	841	1.051
AD-2		852	1.065
AD-3		845	1.056
AD-4		854	1.068
Promedio			1.06

❖ Rotura a tracción con el 5% de ceniza de estiércol

Tabla 47

Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	382	0.478
AD-2		379	0.474
AD-3		371	0.464
AD-4		385	0.481
Promedio			0.47

Tabla 48

Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	695	0.869
AD-2		691	0.864
AD-3		692	0.865
AD-4		699	0.874
Promedio			0.87

Tabla 49

Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	1336	1.670
AD-2		1333	1.666
AD-3		1349	1.686
AD-4		1346	1.683
Promedio			1.68

❖ Rotura a tracción con el 8% de ceniza de estiércol

Tabla 50

Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	279	0.349
AD-2		267	0.334
AD-3		281	0.351
AD-4		284	0.355
Promedio			0.35

Tabla 51

Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	499	0.624
AD-2		501	0.626
AD-3		495	0.619
AD-4		496	0.620
Promedio			0.62

Tabla 52

Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura a tracción 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	800	1.000
AD-2		797	0.996
AD-3		795	0.994
AD-4		799	0.999
Promedio			1.00

f. Resistencia compresiva (pilas) de adobe

❖ Rotura de pilas con 3% de ceniza de estiércol

Tabla 53

Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	1870	2.34
AD-2		1880	2.35
Promedio			2.34

Tabla 54

Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	3351	4.19
AD-2		3295	4.12
Promedio			4.15

Tabla 55

Adobes con 3% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	6217	7.77
AD-2		6209	7.76
Promedio			7.77

❖ Rotura de pilas con 5% de ceniza de estiércol

Tabla 56

Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	2388	2.99
AD-2		2395	2.99
Promedio			2.99

Tabla 57

Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	3819	4.77
AD-2		3827	4.78
Promedio			4.78

Tabla 58

Adobes con 5% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	7915	9.89
AD-2		7905	9.88
Promedio			9.89

❖ Rotura de pilas con 8% de ceniza de estiércol

Tabla 59

Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	1860	2.33
AD-2		1850	2.31
Promedio			2.32

Tabla 60

Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	2852	3.57
AD-2		2840	3.55
Promedio			3.56

Tabla 61

Adobes con 8% de cenizas de estiércol – rotura de pilas 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	5200	6.50
AD-2		5234	6.54
Promedio			6.52

4.1.3 Adición de ceniza de eucalipto en el adobe convencional

a. Humedad natural con 3%, 5% y 8% de ceniza de eucalipto

Tabla 62

Humedad con el 3% de ceniza de eucalipto

Detalles	Humedad % humedad	Promedio
M1	22.03%	
M2	22.37%	
M3	22.12%	22.18%
M4	22.23%	
M5	22.16%	

Tabla 63

Humedad con el 5% de ceniza de eucalipto

Detalles	Humedad % humedad	Promedio
M1	19.26%	
M2	19.44%	
M3	19.57%	19.45%
M4	19.39%	
M5	19.61%	

Tabla 64

Humedad con el 8% de ceniza de eucalipto

Detalles	Humedad % humedad	Promedio
M1	18.36%	
M2	18.24%	
M3	18.27%	18.26%
M4	18.25%	
M5	18.16%	

b. Absorción del adobe con el 3%, 5% y 8% de ceniza de eucalipto**Tabla 65***Porcentajes de absorción-Adobes con 3% de cenizas de estiércol*

Detalle	P.Seco	P.Saturado	% absorción
M1	11689	13564	16.04%
M2	11665	13544	16.11%
M3	11674	13547	16.04%
M4	11689	13562	16.02%
Promedio			16.05%

Tabla 66*Porcentaje de absorción-adobes con 5% de ceniza de eucalipto*

Detalle	P.Seco	P.Saturado	% absorción
M1	11667	13444	15.23%
M2	11689	13467	15.21%
M3	11664	13467	15.46%
M4	11699	13484	15.26%
Promedio			15.29

Tabla 67*Porcentaje de absorción-adobes con 8% de ceniza de eucalipto*

Detalle	P.Seco	P.Saturado	% absorción
M1	11679	13415	14.86%
M2	11687	13407	14.72%
M3	11671	13408	14.88%
M4	11667	13400	14.85%
Promedio			14.83%

c. Succión del adobe con el 3%, 5% y 8% de ceniza de eucalipto

Tabla 68

Succión del adobe con 3% de ceniza de eucalipto

Detalles	P.Seco(gr)	P.saturado(gr)	Área(cm ²)	Succiones(gr/200-cm ² -min)
M1	11677	11745	800.00	17.00
M2	11689	11757		17.00
M3	11676	11743		16.75
M4	11674	11742		17.00
Promedio				16.94

Tabla 69

Succión del adobe con 5% de ceniza de eucalipto

Detalles	P.Seco(gr)	P.saturado(gr)	Área(cm ²)	Succiones(gr/200-cm ² -min)
M1	11684	11748	800.00	16.00
M2	11674	11739		16.25
M3	11687	11752		16.25
M4	11683	11747		16.00
Promedio				16.13

Tabla 70

Succión del adobe con 8% de ceniza de eucalipto

Detalles	P.Seco(gr)	P.saturado(gr)	Área(cm ²)	Succiones(gr/200-cm ² -min)
M1	11682	11743	800.00	15.25
M2	11684	11747		15.75
M3	11679	11741		15.50
M4	11679	11742		15.75
Promedio				15.56

d. Rotura a compresión del adobe**❖ Resistencia a compresión con el 3% de ceniza de eucalipto****Tabla 71***Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 7 días*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	458	4.58
AD-2		464	4.64
AD-3		467	4.67
AD-4		459	4.59
Promedio			4.62

Tabla 72*Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 14 días*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	804	8.04
AD-2		804	8.04
AD-3		810	8.1
AD-4		811	8.11
Promedio			8.07

Tabla 73*Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 28 días*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	1428	14.28
AD-2		1416	14.16
AD-3		1410	14.10
AD-4		1419	14.19
Promedio			14.18

❖ Resistencia compresiva con el 5% de ceniza de eucalipto

Tabla 74

Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	562	5.62
AD-2		568	5.68
AD-3		566	5.66
AD-4		560	5.60
Promedio			5.64

Tabla 75

Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	936	9.36
AD-2		930	9.3
AD-3		932	9.32
AD-4		933	9.33
Promedio			9.33

Tabla 76

Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	1528	15.28
AD-2		1536	15.36
AD-3		1534	15.34
AD-4		1529	15.29
Promedio			15.32

❖ Resistencia compresiva con el 8% de ceniza de eucalipto

Tabla 77

Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	612	6.12
AD-2		610	6.1
AD-3		615	6.15
AD-4		618	6.18
Promedio			6.14

Tabla 78

Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	983	9.83
AD-2		978	9.78
AD-3		990	9.9
AD-4		989	9.89
Promedio			9.85

Tabla 79

Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura a compresión 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	1608	16.08
AD-2		1618	16.18
AD-3		1602	16.02
AD-4		1605	16.05
Promedio			16.08

e. Resistencia a tracción del adobe con 3%, 5% Y 8% de ceniza de eucalipto**❖ Rotura a tracción con el 3% de ceniza de eucalipto****Tabla 80***Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 7 días*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	268	0.335
AD-2		271	0.339
AD-3		269	0.336
AD-4		272	0.340
Promedio			0.34

Tabla 81*Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 14 días*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	522	0.653
AD-2		519	0.649
AD-3		517	0.646
AD-4		525	0.656
Promedio			0.65

Tabla 82*Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 28 días*

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	884	1.105
AD-2		878	1.098
AD-3		889	1.111
AD-4		879	1.099
Promedio			1.10



❖ Rotura a tracción con el 5% de ceniza de eucalipto

Tabla 83

Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	400	0.500
AD-2		405	0.506
AD-3		410	0.513
AD-4		406	0.508
Promedio			0.51

Tabla 84

Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	729	0.911
AD-2		731	0.914
AD-3		725	0.906
AD-4		727	0.909
Promedio			0.91

Tabla 85

Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	1366	1.708
AD-2		1362	1.703
AD-3		1364	1.705
AD-4		1362	1.703
Promedio			1.70

❖ Rotura a tracción con el 8% de ceniza de eucalipto

Tabla 86

Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	487	0.609
AD-2		478	0.598
AD-3		480	0.600
AD-4		506	0.633
Promedio			0.61

Tabla 87

Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	807	1.009
AD-2		800	1.000
AD-3		810	1.013
AD-4		805	1.006
Promedio			1.01

Tabla 88

Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura a tracción 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	1465	1.831
AD-2		1475	1.844
AD-3		1462	1.828
AD-4		1470	1.838
Promedio			1.84

f. Resistencia compresiva (pilas) de adobe

❖ Rotura de pilas con 3% de ceniza de eucalipto

Tabla 89

Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	1985	2.48
AD-2		1997	2.50
Promedio			2.49

Tabla 90

Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	3499	4.37
AD-2		3487	4.36
Promedio			4.37

Tabla 91

Adobe con 3% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	6407	8.01
AD-2		6400	8.00
Promedio			8.00

❖ Rotura de pilas con 5% de ceniza de eucalipto

Tabla 92

Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	2477	3.10
AD-2		2487	3.11
Promedio			3.10

Tabla 93

Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	4005	5.01
AD-2		3997	5.00
Promedio			5.00

Tabla 94

Adobe con 5% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 28 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	8221	10.28
AD-2		8219	10.27
Promedio			10.28

❖ Rotura de pilas con 8% de ceniza de eucalipto

Tabla 95

Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 7 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	7	2855	3.57
AD-2		2850	3.56
Promedio			3.57

Tabla 96

Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 14 días

Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	14	4269	5.34
AD-2		4277	5.35
Promedio			5.34

Tabla 97

Adobe con 8% de ceniza de eucalipto – rotura de pilas 28 días

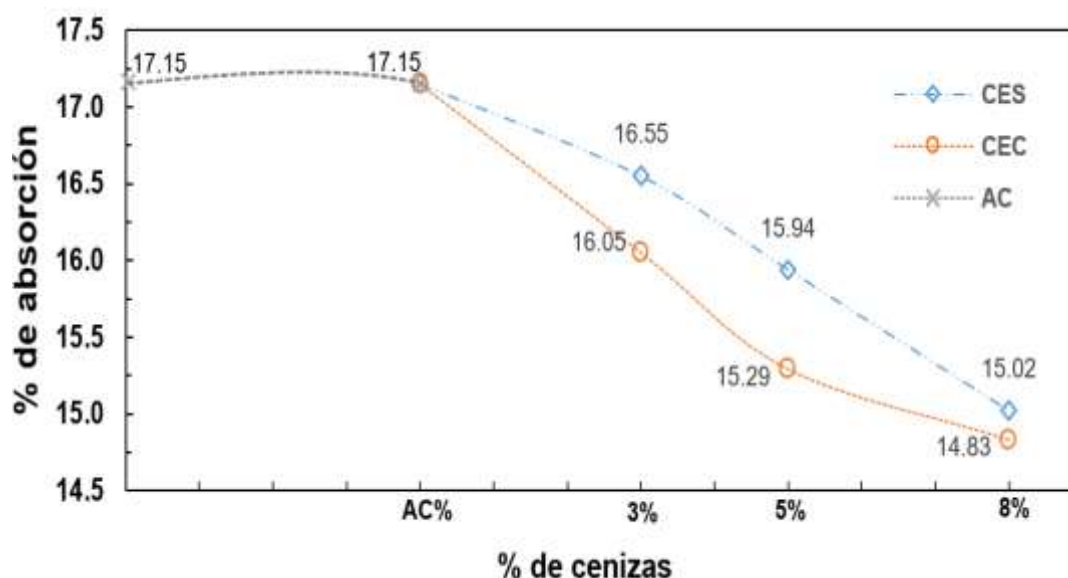
Muestras	Tiempo	Cargas	Roturas kg/cm ²
AD-1	28	8491	10.61
AD-2		8509	10.64
Promedio			10.63

COMPARATIVA DE RESULTADOS

a. Absorción de agua del adobe

Figura 16

Comparativa de ensayo de absorción



El gráfico compara el porcentaje de absorción de agua en adobes con concentraciones del 3%, 5% y 8% de CES y CEC, con respecto al AC. Las muestras de AC, utilizadas como muestras de control, revelaron un porcentaje de absorción del 17.15%. Al adicionar CES en concentraciones del 3%, 5% y 8%, se obtuvieron valores de absorción de 16.55%, 15.94% y 15.02%, respectivamente. De manera similar, los adobes con adición de CEC en las mismas concentraciones registraron valores de 16.05%, 15.29% y 14.83%, respectivamente.

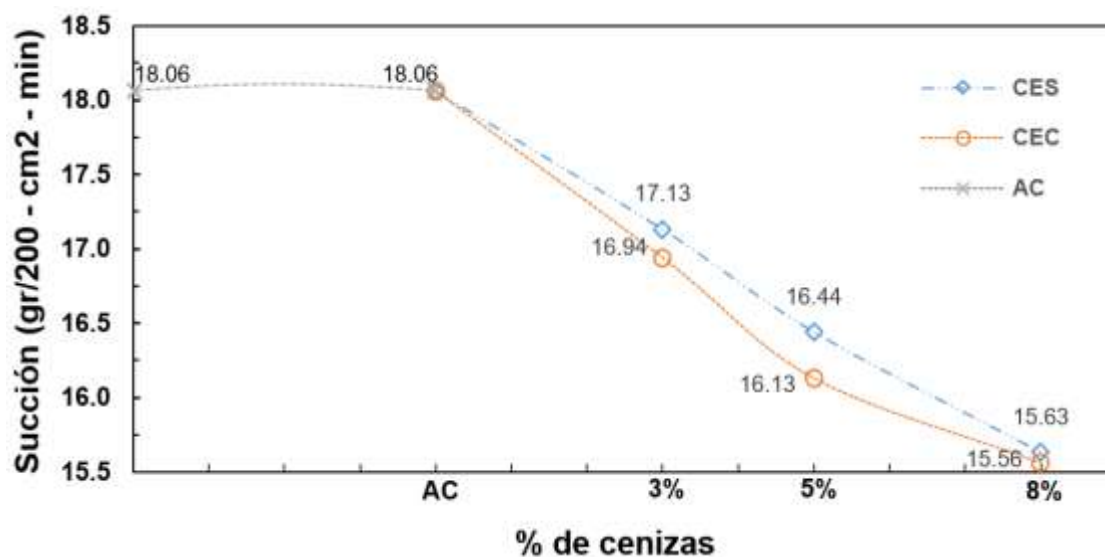
Estos resultados evidencian que los adobes con adición de CES en concentraciones del 3%, 5% y 8%, en comparación de la muestra de control, experimentaron una reducción en la capacidad de absorción de 3.5, 7.06 y 12.42 puntos porcentuales, respectivamente. Asimismo, se observó que los adobes con CEC mostraron una reducción de la capacidad de absorción del adobe de 6.41, 10.85 y 13.53 puntos porcentuales en las mismas concentraciones.

Los resultados indican que tanto la adición de CES como la CEC en el adobe, disminuyen la absorción de agua respecto al AC, siendo más eficaz la CEC. Se observa que, a mayor concentración de ceniza, menor es la absorción de agua, alcanzando el valor más bajo con CEC al 8%. Esto sugiere que la incorporación de ceniza mejora la resistencia del adobe a la humedad, especialmente con ceniza de eucalipto.

b. Succión de agua del adobe

Figura 17

Comparativa de succión en las muestras



El grafico compara la capacidad de succión hídrica en adobes con la incorporación de 3%, 5% y 8% de CES y CEC, con respecto al AC. Las muestras de AC, utilizadas como muestras de control, revelaron una capacidad de succión hídrica de 18.06 (gr/200 - cm² - min). Al adicionar CES en concentraciones del 3%, 5% y 8%, se obtuvieron valores de succión de 17.13, 16.44 y 15.63 (gr/200 - cm² - min), respectivamente. De manera similar, los adobes con adición de CEC en las mismas concentraciones registraron valores de 16.94, 16.13 y 15.56 (gr/200 - cm² - min), respectivamente.

Estos resultados evidencian que los adobes con adición de CES en concentraciones del 3%, 5% y 8%, en comparación con el AC, experimentaron una

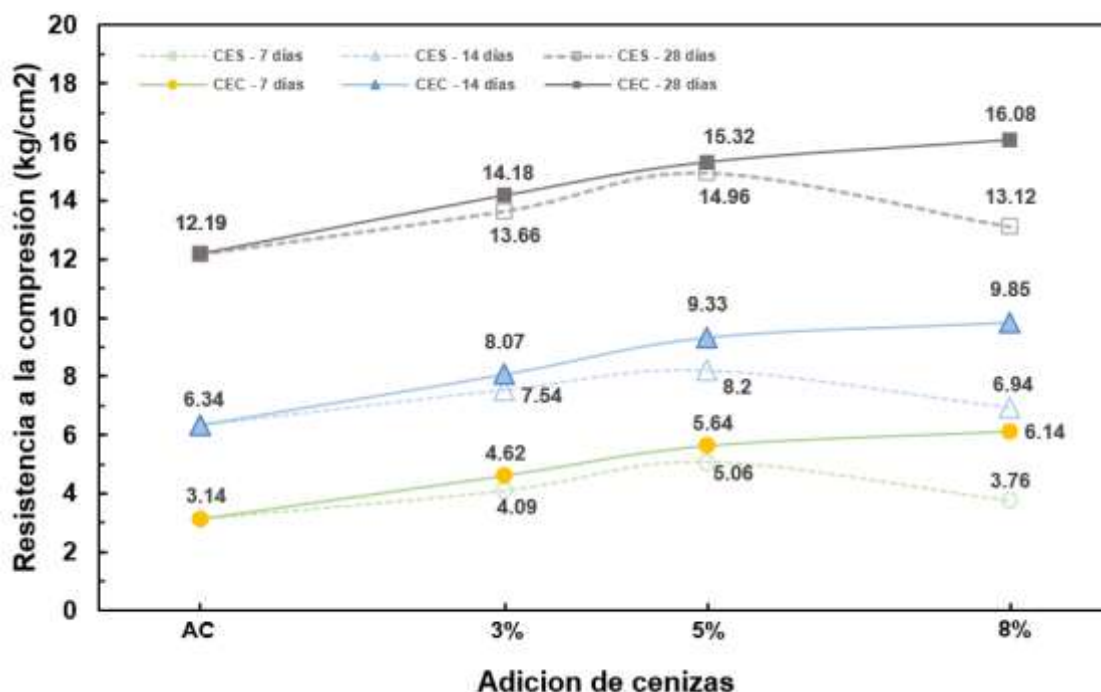
reducción de 5.15%, 8.97% y 13.46%, respectivamente. Asimismo, se observó que los adobes con CEC mostraron una reducción de 6.20%, 10.69% y 13.84% en las mismas concentraciones.

Los datos resaltan que tanto la CES como CEC en el adobe, disminuyen significativamente la succión de agua comparado con el AC, destacando particularmente la mayor eficacia del adobe con la adición de CEC. Se observa una relación inversamente proporcional entre la concentración de ceniza y la absorción hídrica, registrándose los valores mínimos al 8% de dosificación de CEC. Estos hallazgos sugieren que la adición de cenizas de estiércol y eucalipto incrementan la resistencia hídrica por capilaridad del adobe.

c. Resistencia a compresión del adobe

Figura 18

Comparativa de resistencia a la compresión



En el gráfico se aprecia una comparación de la resistencia a la compresión entre el AC y las muestras que incluyen CES y CEC. Las muestras de AC, utilizadas como control, registraron valores de 3.14 kg/cm², 6.34 kg/cm² y 12.19 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días,



respectivamente. Al adicionar CES en concentraciones del 3%, 5% y 8%, a los 7 días se obtuvieron valores de resistencia de 4.09 kg/cm², 5.06 kg/cm² y 3.76 kg/cm², respectivamente; a los 14 días los valores fueron de 7.54 kg/cm², 8.20 kg/cm² y 6.94 kg/cm², respectivamente; a los 28 días se registraron resistencias de 13.66 kg/cm², 14.96 kg/cm² y 13.12 kg/cm², respectivamente. De manera similar, al adicionar CEC en concentraciones del 3%, 5% y 8%, a los 7 días los adobes alcanzaron valores de 4.62 kg/cm², 5.64 kg/cm² y 6.14 kg/cm², respectivamente; a los 14 días, los valores fueron de 8.07 kg/cm², 9.33 kg/cm² y 9.85 kg/cm², respectivamente; finalmente, a los 28 días se registraron valores de 14.18 kg/cm², 15.32 kg/cm² y 16.08 kg/cm².

Estos resultados evidencian que, a los 7 días, los adobes con concentraciones de 3% y 5% de CES experimentaron un aumento considerable en la resistencia a la compresión del 30.25% y 61.15%, respectivamente, en comparación con el AC; mientras que la concentración del 8% mostró un aumento moderado del 19.75%; a los 14 días, los adobes con concentraciones de 3% y 5% de CES registraron incrementos significativos del 18.93% y 29.34%, respectivamente, mientras que la concentración del 8% presentó un aumento moderado del 9.46%; finalmente, a los 28 días, los adobes con 3% y 5% de CES mostraron un aumento considerable del 12.06% y 22.72%, respectivamente, mientras que con un 8% se observó un incremento moderado del 7.63%. De la misma manera, a los 7 días, los adobes con concentraciones de 3%, 5% y 8% de CEC experimentaron un aumento considerable en la resistencia a la compresión del 47.13%, 79.62% y 95.54%, respectivamente, en comparación con el AC; a los 14 días, los adobes con concentraciones de 3%, 5% y 8% de CEC registraron incrementos del 27.29%, 47.16% y 55.36%, respectivamente; finalmente, a los 28 días, los adobes con 3%, 5% y 8% de CEC mostraron un aumento del 16.32%, 25.68% y 31.91%, respectivamente.

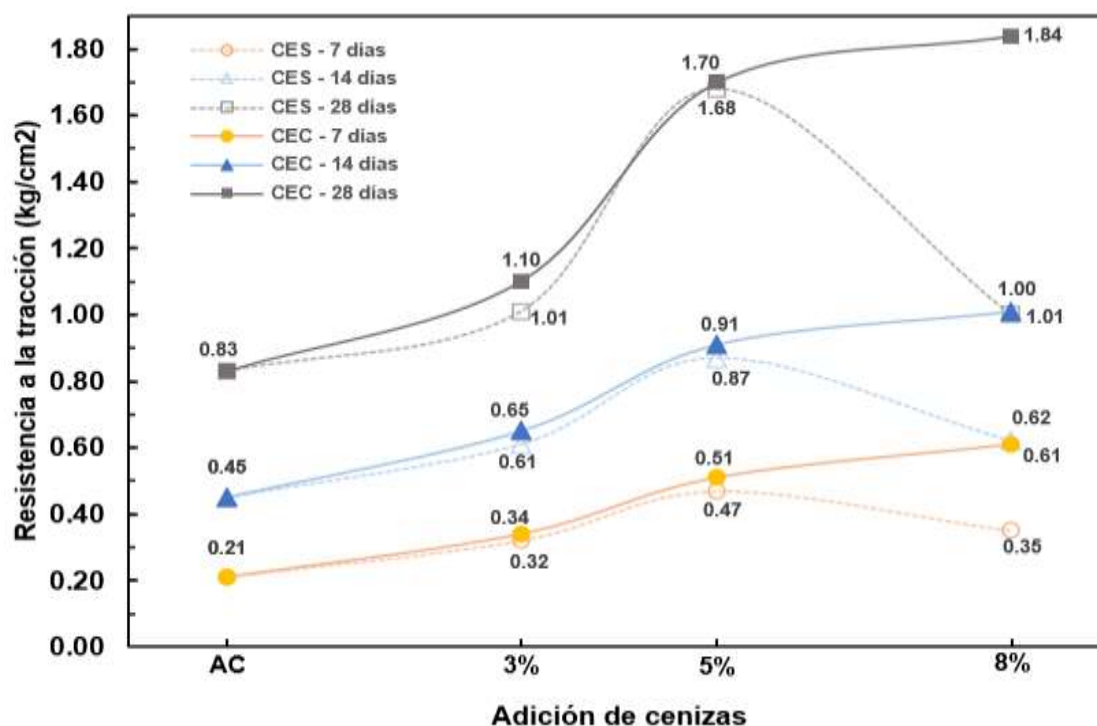
Se observó que el uso de CEC mejora la resistencia a la compresión de los adobes en todas las edades y concentraciones mencionadas, mostrando un crecimiento sostenido con el incremento del porcentaje en las concentraciones de 3%, 5% y 8%. Por otro lado, el

CES genera incrementos positivos hasta el 5%, pero una dosificación del 8% provoca una disminución en su comportamiento mecánico, lo que sugiere que un exceso de esta ceniza puede ser contraproducente. A los 28 días, la mejor resistencia se registra con la concentración del 8% de CEC, alcanzando un valor de 16.08 kg/cm², consolidándose como la opción más efectiva.

d. Resistencia a tracción del adobe

Figura 19

Comparativa de rotura a tracción



El gráfico presenta una comparación de la resistencia a la tracción entre el AC y las muestras modificadas con CES y CEC. Las muestras de AC, utilizadas como muestra de control, registraron resistencias de 0.21 kg/cm², 0.45 kg/cm² y 0.83 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. Al integrar CES en concentraciones del 3%, 5% y 8%, los valores obtenidos fueron de 0.32 kg/cm², 0.47 kg/cm² y 0.35 kg/cm² a los 7 días; 0.61 kg/cm², 0.87 kg/cm² y 0.62 kg/cm² a los 14 días; y 1.01 kg/cm², 1.68 kg/cm² y 1.00 kg/cm² a los 28 días. Por otro lado, al incluir CEC en porcentajes del 3%, 5% y 8%, los adobes alcanzaron



resistencias de 0.34 kg/cm², 0.51 kg/cm² y 0.61 kg/cm² a los 7 días; 0.65 kg/cm², 0.91 kg/cm² y 1.01 kg/cm² a los 14 días; y finalmente, 1.10 kg/cm², 1.70 kg/cm² y 1.84 kg/cm² a los 28 días

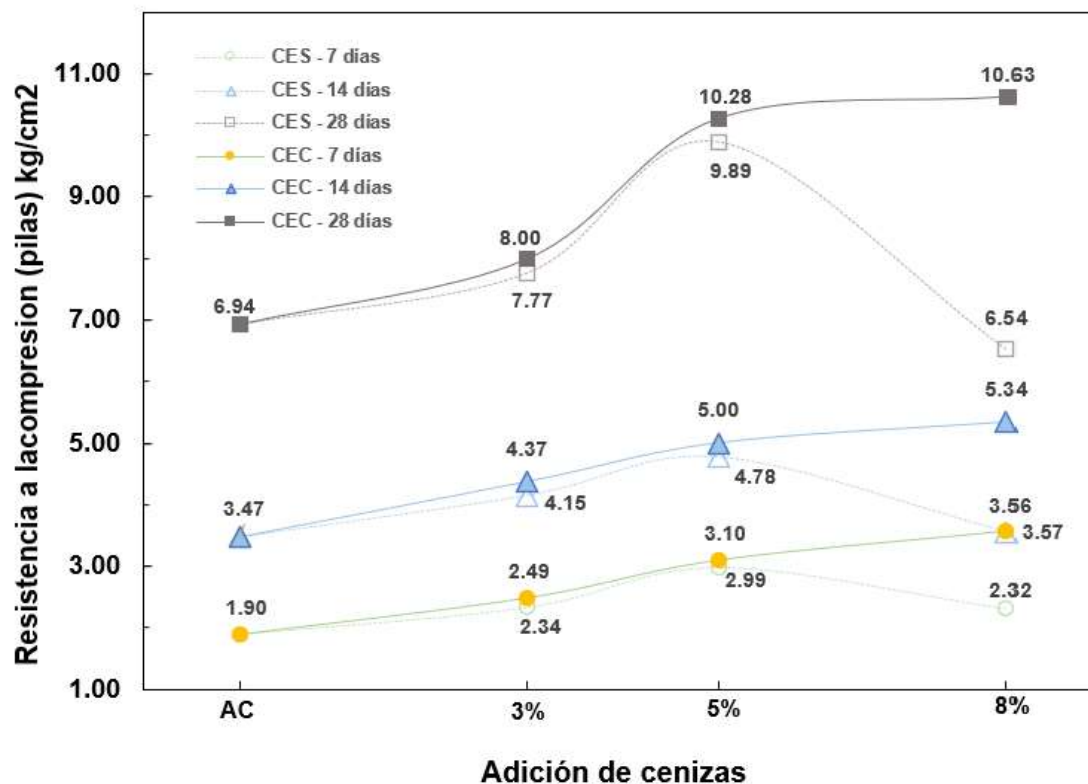
Los resultados muestran que, en comparación con el AC, a los 7 días, los adobes con 3% y 5% de CES presentaron incrementos en la resistencia a la tracción del 52.38% y 123.81%, respectivamente, mientras que con un 8% el aumento fue más moderado, del 66.67%. A los 14 días, los incrementos fueron del 35.56% y 93.33% para las concentraciones de 3% y 5%, mientras que el 8% registró un aumento ligero del 37.78%. A los 28 días, los adobes con 3% y 5% de CES alcanzaron aumentos del 21.69% y 102.41%, respectivamente, mientras que el 8% presentó una elevación moderada del 20.48%. De manera similar, los adobes con 3%, 5% y 8% de CEC mostraron aumentos significativos en la resistencia a la tracción a los 7 días, con valores del 61.90%, 142.86% y 190.48%, respectivamente. A los 14 días, los incrementos fueron del 44.44%, 102.22% y 124.44%, según la concentración de CEC utilizada. Finalmente, a los 28 días, los adobes con 3%, 5% y 8% de CEC lograron mejoras del 32.53%, 104.82% y 121.69%, respectivamente.

Los resultados revelan que la adición de cenizas de CES y CEC mejora significativamente la resistencia a la tracción del adobe con comparación con el AC, siendo más efectiva la CEC que la de CES. Con CES, la resistencia aumenta con concentraciones del 3% y 5%, alcanzando un máximo a los 28 días con 5% (1.68 kg/cm²), pero disminuye al usar 8%, lo que sugiere un límite óptimo en la dosificación. En contraste, el uso de CEC muestra una mejora continua con el incremento de la concentración, logrando el valor más alto a los 28 días con 8% (1.84 kg/cm²), lo que evidencia su mayor eficacia para reforzar la resistencia a la tracción en adobes estabilizados.

e. Resistencia a compresión (pilas)

Figura 20

Comparativa de resistencia a compresión en pilas



El grafico muestra una comparación de la resistencia a la compresión (pilas) entre el AC y las muestras que incluyen CES y CEC. Las muestras de AC, empleadas como referencia, registraron valores de 1.90 kg/cm², 3.47 kg/cm² y 6.94 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. Con la incorporación de CES en concentraciones del 3%, 5% y 8%, se obtuvieron resistencias a los 7 días del 2.34 kg/cm², 2.99 kg/cm² y 2.32 kg/cm², respectivamente; a los 14 días los valores fueron de 4.15 kg/cm², 4.78 kg/cm² y 3.56 kg/cm², respectivamente; a los 28 días se registraron resistencias de 7.77 kg/cm², 9.89 kg/cm² y 6.54 kg/cm², respectivamente. Por otro lado, al agregar CES en las mismas concentraciones (3%, 5% y 8%), a los 7 días se registraron resistencias de 2.49 kg/cm², 3.10 kg/cm² y 3.57 kg/cm², respectivamente; a los 14 días, los valores fueron de 4.37 kg/cm², 5.00 kg/cm² y 5.34 kg/cm², respectivamente; finalmente, a los 28 días se registraron valores de 8.00 kg/cm², 10.28 kg/cm² y 10.63 kg/cm².

Estos hallazgos indican que, en comparación al AC, a los 7 días, los adobes con concentraciones de 3% y 5% de CES mostraron incrementos significativos en su resistencia a la compresión, con aumentos del 23.16% y 57.37%, respectivamente, mientras que la concentración del 8% tuvo un aumento moderado del 22.11%. A los 14 días, los adobes con 3% y 5% de CES registraron mejoras sustanciales del 19.60% y 37.75%, mientras que el 8% mostró un incremento discreto del 2.59%. Finalmente, tras 28 días, las concentraciones de 3% y 5% de CES reflejaron incrementos del 11.96% y 42.51%, mientras que el 8% experimentó una disminución del -5.76%. Paralelamente, los adobes con concentraciones de 3%, 5% y 8% de CEC evidenciaron aumentos significativos en resistencia a la compresión, a los 7 días mostraron incrementos del 31.05%, 63.16% y 87.89%, respectivamente; a los 14 días, estas concentraciones lograron mejoras del 25.94%, 44.09% y 55.89%, respectivamente; y finalmente, a los 28 días, los valores ascendieron a 15.27%, 48.13% y 53.17%, respectivamente.

El análisis evidencia que los adobes con concentraciones de 3% y 5% de CES muestran aumentos significativos en resistencia a la compresión a lo largo del tiempo, mientras que la concentración del 8% no mantiene una mejora sostenida y presenta una disminución a los 28 días. Por otro lado, los adobes con 3%, 5% y 8% de CEC experimentan incrementos constantes en resistencia, con el 8% alcanzando el mayor porcentaje inicial de mejora, aunque la tasa de incremento se reduce con el tiempo. Estos resultados sugieren que el CES encuentra su concentración óptima en el 5%, mientras que el CEC muestra beneficios en todas sus concentraciones sin signos de deterioro, lo que es relevante para la optimización de materiales de construcción.

4.2 Discusión de resultados

En nuestra investigación evaluamos las propiedades del adobe al incorporar CES y CEC en proporciones del 3%, 5% y 8%; los ensayos demostraron que estas concentraciones mejoraron las propiedades mecánicas y físicas del material, reduciendo



la absorción de agua y aumentando la resistencia a la compresión y tracción en comparación AC. Las muestras de control (AC), evidenciaron una absorción del 17.15% y una succión de 18.06cm²/min, con resistencias de 12.19kg/cm² en compresión, 0.83kg/cm² en tracción y 6.94kg/cm² en compresión de pilas. Con la adición de CES, el mejor desempeño en absorción y succión se logró con un 8%, obteniendo valores de 15.02% y 15.63cm²/min, respectivamente; en los ensayos de resistencia, el rendimiento óptimo se alcanzó a los 28 días con una concentración del 5% de CES, logrando valores de 14.96 kg/cm² en compresión, 1.68 kg/cm² en tracción y 9.89 kg/cm² en compresión de pilas; sin embargo, la concentración del 8% provocó una disminución en el desempeño mecánico del adobe, evidenciando que el exceso de cenizas reduce ligeramente los beneficios obtenidos. Por otro lado, la adición de CEC mejoró significativamente las propiedades físicas y mecánicas del adobe en todas sus concentraciones y edades, mostrando un crecimiento sostenido en la mejora de sus características. Se registraron valores de 15.02% en absorción y 15.56 cm²/min en succión, mientras que en los ensayos de resistencia el mejor desempeño se obtuvo a los 28 días con una concentración del 8%, alcanzando valores de 16.08kg/cm² en compresión, 1.84kg/cm² en tracción y 10.63kg/cm² en compresión de pilas.

En el estudio realizado por (Javiliano, 2023), donde evaluó el impacto de incorporar cenizas de hoja de eucalipto en el adobe en proporciones de 0%, 1.5%, 2.5%, 5%, 7.5%, y 10%, observando que las pruebas de resistencia compresiva revelaron que la incorporación de CEC mejora la resistencia del adobe, alcanzando su máximo rendimiento con un 5% de adición (30.54 kg/cm²), mientras que concentraciones mayores al 5% (7.5% y 10%) provocaron una disminución gradual de la resistencia (30.28 kg/cm² y 24.63 kg/cm² respectivamente), evidenciando que existe una proporción óptima donde las cenizas actúan como aditivo estabilizador, pero su exceso compromete las propiedades físicas y mecánicas del material. De igual manera (Vilca, 2022), investigo el uso de cenizas de eucalipto como aditivo cementante en la fabricación de ladrillos de adobe, evaluando su



efecto en la resistencia y durabilidad del material, encontrando que al incorporar cenizas de eucalipto en porcentajes del 10%, 30% y 50%, observó mejoras progresivas en sus propiedades mecánicas al aumentar el porcentaje de ceniza (10% a 50%). Los resultados mostraron incrementos en resistencia a compresión (de 15.1 a 16.9 kg/cm²), flexión (de 5.6 a 8.6 kg/cm²) y tracción (de 1.01 a 1.43 kg/cm²), demostrando que mayores proporciones de ceniza generan mejores resultados, concluyendo que estas cenizas son un aditivo efectivo y ecológico para mejorar el desempeño estructural del adobe, destacando su potencial como alternativa sostenible en construcción. Por su parte (Chahuara, 2022), demostró que la adición de cenizas de estiércol vacuno (CEV) en adobes presenta un comportamiento óptimo en proporciones del 5%, donde se alcanza la máxima resistencia a compresión (15.08 kg/cm² en muestras y 6.67 kg/cm² en muretes) y tracción (0.55 kg/cm²). Sin embargo, al superar esta proporción (9% CEV), se observa una notable disminución en todas las propiedades mecánicas (resistencia a compresión de 10.47 kg/cm² y tracción de 0.28 kg/cm²), evidenciando que el exceso de ceniza compromete la cohesión del material.

Estas investigaciones coinciden que la incorporación de concentraciones de CES y CEC, mejora las características del adobe, aumentando su resistencia a la compresión, tracción y reduciendo la capacidad de absorción y succión hídrica. Sin embargo, existe una proporción óptima que maximiza estos beneficios. Nuestra investigación también concuerda con Chahuara, (2022) quien determinó que la concentración del 5% es ideal para las CES, mientras que Javiliano, (2023) identificó el mismo porcentaje óptimo para las CEC. No obstante, nuestra investigación encontró mejores resultados con una concentración del 8% de CEC, aunque la tasa de incremento se reduce ligeramente con el tiempo. Se evidencia que, al sobrepasar los porcentajes óptimos, el rendimiento de las propiedades del adobe disminuye. Por otro lado, Vilca, (2022) observó mejoras progresivas con concentraciones de CEC de hasta el 50%, lo que contradice los hallazgos de los demás estudios que advierten sobre un descenso en el desempeño del material al superar la dosis



óptima. Estas diferencias podrían deberse al tipo de ceniza utilizada, la metodología aplicada o las condiciones de secado del material, lo que sugiere la necesidad de más investigaciones para estandarizar recomendaciones. En conclusión, los estudios refuerzan la efectividad de las cenizas como aditivos sostenibles y estabilizantes para mejorar la calidad del adobe, pero advierten que su uso debe ser controlado, ya que un exceso puede comprometer la integridad del material, salvo excepciones donde el tipo de ceniza o el proceso de fabricación podría permitir mayores proporciones sin afectar negativamente las propiedades del adobe.

CONCLUSIONES

Primera, la adición de CES y CEC mejora las propiedades mecánicas y físicas del adobe convencional. La CES mejoró la resistencia para contenidos hasta el 5%, pero redujo su efectividad al superar esa concentración. En cambio, el adobe con CEC aumentó de manera consistente la resistencia a la compresión y tracción, destacando más en la concentración de 8%. Estos hallazgos sugieren que la ceniza de eucalipto es una opción más efectiva para mejorar el adobe, mientras que la ceniza de estiércol debe usarse con precaución.

Segunda, las propiedades del AC producido en el distrito de Vilquechico (muestras de control), revela resultados significativos donde se registró una humedad natural de 23.63%, con una absorción promedio de 17.15% y una succión de 18.06 cm²/min. En cuanto a las resistencias se registraron valores destacados, con una resistencia a compresión de 12.19 kg/cm² y a la tracción de 0.83 kg/cm². Asimismo, la resistencia a la compresión de pilas fue de 6.94 kg/cm².

Tercera, la adición de CES en proporciones de 3%, 5% y 8% mejoraron las propiedades del AC. La humedad natural fue de 22.06%, 19.47% y 18.03%, con una absorción de 16.55%, 15.94% y 15.02% y con un grado de succión de 17.13, 16.44, 15.63 cm²/min para la adición del 3%, 5% y 8% de cenizas de estiércol respectivamente. La resistencia a la compresión mejoró con adiciones de 3% y 5% a 13.66 y 14.96 kg/cm², pero disminuyó a 13.12 kg/cm² con el 8%. La resistencia a la tracción se elevó a 1.01 y 1.68 kg/cm² con 3% y 5%, manteniéndose en 1 kg/cm² con el 8%. La resistencia a la compresión de pilas aumentó a 7.77 y 9.89 kg/cm² con 3% y 5%, pero disminuyó a 6.54 kg/cm² con el 8%. Es importante destacar que un exceso de CES puede contribuir a una ligera disminución de las propiedades beneficiosas del adobe. Tras determinar los valores máximos, se definió el porcentaje óptimo de incorporación de un 5% de CES.



Cuarta, la adición de CEC en proporciones de 3%, 5% y 8% mejoraron las propiedades del adobe convencional. La humedad natural fue de 22.18%, 19.45% y 18.26%, con una absorción de 16.05%, 15.29% y 14.83% y con un grado de succión de 16.94, 16.13, 15.56 cm²/min para la adición del 3%, 5% y 8% de cenizas de eucalipto respectivamente. La resistencia a la compresión mejoro con todas las adiciones logrando valores de 14.18 kg/cm², 15.32 kg/cm² y 16.08 kg/cm². La resistencia a la tracción fue de 1.1 kg/cm², 1.70 kg/cm² y 1.84 kg/cm² para el 3%, 5% y 8% de ceniza, respectivamente. Además, la resistencia a la compresión de pilas de adobe se incrementó a 8.00 kg/cm², 10.28 kg/cm² y 10.63 kg/cm² con las adiciones del 3%, 5% y 8% de ceniza de eucalipto. Estos resultados confirman que las CEC aportan mejoras significativas al desempeño del adobe



RECOMENDACIONES

Primera, es necesario ampliar el estudio a un mayor número de muestras, considerando diferentes proporciones de cenizas para obtener resultados más representativos y generalizables, lo que permitiría identificar el porcentaje óptimo de incorporación de CES y CEC para mejorar las propiedades del adobe. Asimismo, sería pertinente realizar una caracterización química y física más exhaustiva de las cenizas con el objetivo de establecer relaciones claras entre sus propiedades y el comportamiento del adobe estabilizado. También se sugiere complementar los estudios analizando su comportamiento térmico y evaluando su desempeño a largo plazo bajo condiciones ambientales reales, para determinar su resistencia a la erosión superficial. Por último, sería conveniente realizar estudios sobre las CES y CEC elaboradas mediante incineración controlada, y compararlas con aquellas recicladas de cocinas ecológicas, con el fin de determinar la calidad más adecuada de las cenizas, así como sus concentraciones óptimas en el adobe para maximizar su impacto en la resistencia y durabilidad del material, además de establecer parámetros técnicos para su correcta aplicación

Segunda, manejar con especial cuidado las etapas de recolección, secado y quema del estiércol y del eucalipto. Si bien nuestra investigación utilizó cenizas obtenidas de cocinas ecológicas del distrito de Vilquechico, es importante señalar que cada una de estas etapas influye directamente en la calidad de la ceniza obtenida. Es fundamental recolectar materiales limpios, secarlos de manera adecuada y controlar el proceso de combustión para evitar la presencia de contaminantes o residuos que puedan alterar la composición de la ceniza y, en consecuencia, afectar las propiedades del adobe. Asimismo, para preservar la integridad de las muestras y evitar la formación de fisuras durante el secado, se recomienda realizar este proceso en un área cubierta y a temperatura ambiente. Estas precauciones permiten proteger las muestras de condiciones adversas, como el viento o la exposición directa al sol, favoreciendo un secado uniforme y eficaz



Tercera, aunque las cenizas de estiércol y eucalipto son los residuos más abundantes en el distrito de Vilquechico, la falta de concientización entre los pobladores sobre su adecuada recolección y almacenamiento ha representado una dificultad importante para esta investigación. La carencia de prácticas sistemáticas para conservar las cenizas en condiciones óptimas provocó que gran parte del material disponible estuviera contaminado, disperso o inutilizable. Esta situación limitó tanto la cantidad como la calidad de las muestras recolectadas, afectando la continuidad y el rigor del proceso experimental. Además, evidencia la necesidad de fomentar campañas de sensibilización sobre el valor de estos residuos como insumos potenciales para la construcción sostenible.

Cuarta, la presente investigación se circunscribe exclusivamente al distrito de Vilquechico, lo que implica que los resultados obtenidos reflejan las características particulares propias de esta zona. Por lo tanto, los resultados y conclusiones deben interpretarse dentro del contexto específico de este distrito, y no extrapolarse directamente a otras áreas sin un estudio previo de las condiciones locales.

REFERENCIAS

- Alejo Cabana, L. H. (2022). Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del adobe, adicionando ceniza de cañihua y polímero reciclado, en el distrito de Cabanilla, 2022. *Repositorio Institucional* - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112714>
- Alka, A. U., Musa, A. G., Yakubu, A. S., & Musa, A. (2024). Improving the properties of adobe earth brick using groundnut shell ash and potassium hydroxide. *International Journal of Research in Advanced Engineering and Technology*. www.allengineeringjournal.in
- Alva Sebastian, J. M., & Moreno Rosales, E. F. (2023). Mejoramiento de propiedades del adobe para incrementar resistencia mecánica, adicionando ceniza de hoja de molle – Pachma – Yuracmarca – Huaylas – Ancash—2022. *Repositorio Institucional* - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/115494>
- Aperador, W., Bautista, J., & Delgado, A. (2015). Evaluación de las propiedades mecánicas de materiales compuestos elaborados a partir de cenizas volantes y polímeros reciclados. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.22395/rium.v14n27a5>
- Aragón Rocello, J. G. (2021). Análisis de las propiedades físico-mecánicas y térmicas del adobe con incorporación de ceniza de quinua y guano, Caracoto – Puno, 2021. *Repositorio Institucional* - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79111>
- Arteaga Paucar, J. M., & Loja Saula, L. A. (2018). *Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica* [bachelorThesis]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30332>
- ASTM C618. (2023). *Standard Specification for Coal Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. <https://store.astm.org/c0618-23e01.html>



- Ávila Sárate, J. R., & Garzón González, C. P. (2022). *Reforzamiento del adobe con malla metálica para el mejoramiento de las condiciones resistentes* [bachelorThesis, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/37968>
- Blondet, M., Vargas, J., Tarque, N., & Iwaki, C. (2011). Construcción sismorresistente en tierra: La gran experiencia contemporánea de la Pontificia Universidad Católica del Perú. *Informes de la Construcción*, 63(523), Article 523. <https://doi.org/10.3989/ic.10.017>
- Cajchaya Olvea, Y. H., & Chara Ibañez, A. (2024). Mejoramiento de propiedades físico y mecánicas en muros de adobe con adición de cenizas de chillihua e ichu, Puno—2023. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/139276>
- Calla, A. A. (2023). Resistencia a compresión del adobe estabilizado incorporando ceniza de carbón y aserrín de madera, Cajamarca 2022. *Repositorio Institucional - UPN*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3483841>
- Cardoso Mora, P. A. (2015). *Manual para la autoconstrucción de una vivienda en adobe y bahareque* [bachelorThesis]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23583>
- Castillo, C. C. del, Orozco, S. O., & García, M. G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Chahuara Ñaupá, D. R. (2022). Influencia de la ceniza de estiércol de vaca para mejorar la resistencia a compresión del adobe – Pisacoma, Puno—2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96192>
- E.080. (2020). *Diseño y construcción con tierra reforzada*. Google Docs. <https://drive.google.com/file/d/1EgYXMNijXNQOjbSMotmDzXeupEgfnScb/view>
- Guerrero, M. F. (2019). *Alternativas de estabilización del adobe para disminuir su contracción volumétrica y agrietamiento*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/11a89e9f-60ff-4621-8e3d-49ee05618b11>



- Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, R., & Arias, J. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis* [Text.Chapter]. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Sexta (6ª)). McGraw-Hill Education.
- Houben, H., Guillaud, H., & Houben, H. (with CRAterre & Intermediate Technology Publications). (1994). *Earth construction: A comprehensive guide*. Intermediate Technology Publications.
- Huenece Ancco, A. K. (2023). Efectos de la ceniza de leña gibba y fibra de *Furcraea* andina sobre el comportamiento mecánico del adobe, Puno 2023. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/130926>
- Iglesias, M. E. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Noveduc.
- IPCC (Ed.). (2023). Health, Wellbeing and the Changing Structure of Communities. En *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1041-1170). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.009>
- Jarvis, D., Méndez, F., & Peñata A., R. (1972). *Los usos de la ceniza del fogón, el estiércol de los animales, el estiércol de las aves y la materia vegetal podrida*. Instituto Lingüístico de Verano Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Educación Extraescolar en el Medio Indígena.
- Javilano Cueva, M. A. (2023). Estabilización del adobe con adición de ceniza de hoja de eucalipto para su uso en viviendas rurales, Piscobamba – 2022. *Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo*. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5725>



- Masgo Principe, M. M., Quintana Venancio, D. B., & Reyes Unchupaico, Y. T. (2021). Adobes con ceniza de cáscara de arroz aplicados a la construcción de arcos para vanos arquitectónicos sin dintel en viviendas de tierra en la Comunidad de Chinche, distrito Yanahuanca—Pasco—2021. *Universidad Continental*.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11320>
- Mauricio, A. C., Grieseler, R., Heller, A. R., Kelley, A. R., Rumiche, F., Sandweiss, D. H., & Viveen, W. (2021). The earliest adobe monumental architecture in the Americas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(48), e2102941118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2102941118>
- MIDAGRI. (2021). <https://www.gob.pe/midagri>
- MINAM. (2010). *Técnicas de Construcción Sostenible en los Andes: Aprovechamiento de Materiales Locales*. Ministerio del Ambiente del Perú.
- Morsy, M. I., Alakeel, K. A., Ahmed, A. E., Abbas, A. M., Omara, A. I., Abdelsalam, N. R., & Emaish, H. H. (2022). Recycling rice straw ash to produce low thermal conductivity and moisture-resistant geopolymer adobe bricks. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(5), 3759-3771. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.02.046>
- Nieto Palomino, L. A. (2019). *Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú*.
- Nizama F., A. F., & Yamunaque R., L. A. (2022). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de adobe del distrito de la Huaca-Paita 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/113542>
- Ñaupá Tello, E. G., & Cantalicio Mori, K. J. (2023). *Evaluación de la erosión y las propiedades físico mecánicas del adobe estabilizado con cenizas de cal – Huánuco 2022*. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8414>
- Ojeda Simborth, S. F. (2012). *Evaluación del Comportamiento Estructural de Módulos de Adobe durante Ensayos de Simulación Sísmica*. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) – Facultad de Ingeniería Civi.



- Orellana Calle, V. C. (2017). *Adobe, puesta en valor y estrategias para la conservación de una cultura constructiva* [masterThesis]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28182>
- Ortiz Alarcón, G. S. (2021). Comportamiento térmico y mecánico del adobe adicionando ceniza de hornos ladrilleros en el distrito de San Miguel, Puno – 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75568>
- Paul, S., Islam, M. S., & Elahi, T. E. (2023). Potential of waste rice husk ash and cement in making compressed stabilized earth blocks: Strength, durability and life cycle assessment. *Journal of Building Engineering*, 73, 106727. <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.106727>
- Peralta Gonzales, C. P. (2021). Análisis del comportamiento físico y mecánico del adobe incorporando agregado reciclado y mucilago de tuna en Puno 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76247>
- Perez Mantilla, Y. (2018). *Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza del tronco de Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*)* [Universidad San Pedro]. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7975>
- Quintana Choqueluque, D. L., & Vera Salizar, M. O. (2017). Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total del agua en peso por Mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. *Universidad Andina del Cusco*. <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/1212>
- Quiroz, P. C., Moreno-Martínez, J. Y., Galván, A., & Matus, R. A. (2019). Obtención de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos de laboratorio. *Acta Universitaria*, 29, 1-13. <https://doi.org/10.15174/au.2019.1861>
- Quiun, D., an Bartolomé, Á., Zegarra, L., & Giesecke, A. (2008). *Comportamiento de las viviendas de adobe reforzadas ante el sismo de Pisco*. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) – Facultad de Ingeniería Civi.
- Rodriguez, Y. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik.



- Romero, A. P. (2020). *Uso de cemento y savia de tuna como alternativas de revestimiento en muros de adobe para el mejoramiento de sus propiedades hidrófugas* [bachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil].
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30645>
- Sáenz, M. (2006). *Tecnología de la construcción con tierra en zonas rurales (rebo)*.
- Santi Flores, K. J. (2023). Influencia de la incorporación de la ceniza de muña en el adobe de la cantera de Torrini, Carumas, Moquegua, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/113779>
- SERFOR. (2018). *Guía Técnica de Bioconstrucción con Materiales Forestales y Residuales de la Agricultura Familiar* (Ministerio de Agricultura y Riego del Perú).
- Tisnado Godoy, O. O. (2022). Evaluación de las propiedades físico mecánicas en muros de albañilería de adobe con adición de fibra de cabuya, Puno—2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92677>
- Vilca Joaquin, D. S. (2022). Evaluación de las Características del Ladrillo de Adobe Adicionando Cenizas de Eucalipto como Material Cementicio Huancayo 2021. *Universidad Peruana Los Andes*.
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4856>
- Villanueva, F. (2022). *Metodología de la investigación*. Klik.
- Zeas Solórzano, V. J., & Benalcázar Soto, M. G. (2021). *Mejoramiento de bloques de adobe con fibras de cabuya y aceite de linaza* [bachelorThesis, Universidad de Cuenca].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/37366>



ANEXOS



Anexo 1: Matriz de Consistencia

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuáles son las propiedades del adobe convencional con la adición de ceniza de estiércol y ceniza de eucalipto en el distrito de Vilquechico?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar las propiedades del adobe convencional con la adición de ceniza de estiércol y ceniza de eucalipto en el distrito de Vilquechico.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La adición de ceniza de estiércol y ceniza de eucalipto mejoraran significativamente las propiedades del adobe convencional en el distrito de Vilquechico.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO</p> <p>Dimensiones: <i>Dosificación del 3%, 5% y 8% de ceniza de estiércol y eucalipto.</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE</p> <p>Dimensiones: <i>Absorción, Succión, resistencia a compresión, tracción y resistencia a compresión de pilas.</i></p>	<p>Plantilla de toma de datos</p> <p>Laboratorio de Suelos-Método de ensayos normalizados.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del adobe convencional producidas en el distrito de Vilquechico?</p> <p>¿Cuáles son las propiedades del adobe convencional con adición de ceniza de estiércol en proporciones de 3%, 5% y 8%?</p> <p>¿Cuáles son las propiedades del adobe convencional con adición de ceniza de eucalipto en proporciones de 3%, 5% y 8%?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar las propiedades físicas y mecánicas del adobe convencional producidas en el distrito de Vilquechico.</p> <p>Determinar las propiedades del adobe convencional con adición de ceniza de estiércol en proporciones de 3%, 5% y 8%.</p> <p>Determinar las propiedades del adobe convencional con adición de ceniza de eucalipto en proporciones de 3%, 5% y 8%.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las propiedades del adobe convencional producido en el distrito de Vilquechico, establecerán una línea base que permitirá evaluar el impacto de la adición de cenizas.</p> <p>La adición de ceniza de estiércol en proporciones de 3%, 5% y 8% mejoraran las propiedades del adobe convencional.</p> <p>La adición de ceniza de eucalipto en proporciones de 3%, 5% y 8% mejoraran las propiedades del adobe convencional.</p>		



Anexo 2:
Análisis de laboratorio



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE: BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

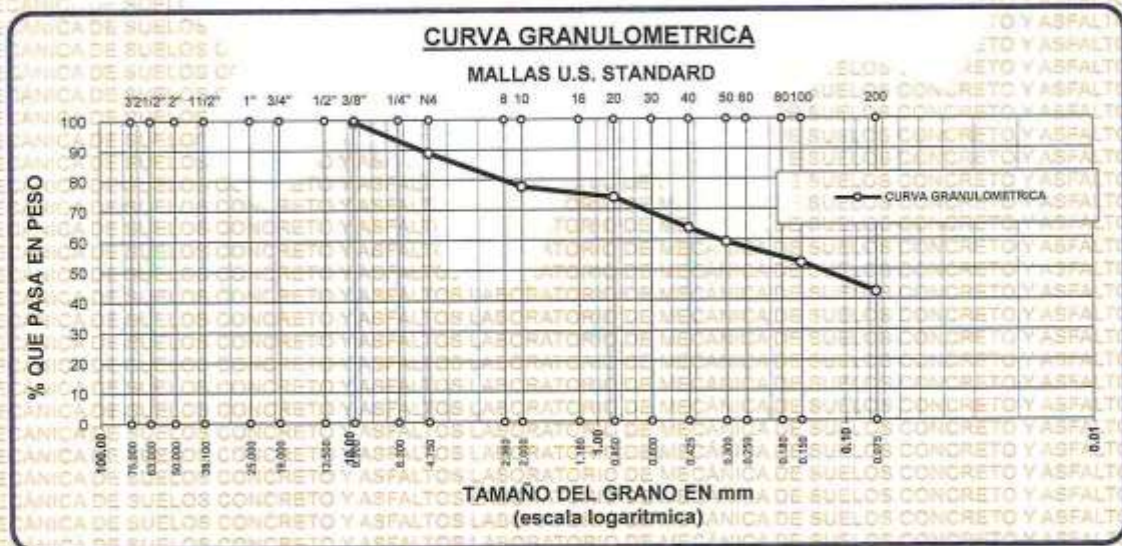
UBICACIÓN: VILQUECHICO

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: MUESTRA 01

FECHA: 25 DE MARZO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 500.00
2"	50.000						P.L.= 287.11
1 1/2"	38.100						P.P.= 212.89
1"	25.000						%W = 21.27
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 40.48
3/8"	9.500	2.78	0.56	0.56	99.44		L.P.= 21.90
1/4"	6.300						I.P.= 18.58
No4	4.750	52.54	10.51	11.06	88.94		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	56.34	11.27	22.33	77.67		D30= — Cc= —
No16	1.180						D60= 0.32
No20	0.850	17.87	3.57	25.91	74.09		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	51.23	10.25	36.15	63.85		SUSCS ; SC
No 50	0.300	23.14	4.63	40.78	59.22		ASSTHO ;
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	34.67	6.93	47.71	52.29		
No200	0.075	48.54	9.71	57.42	42.58		
BASE		212.89	42.58	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA							



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

[Signature]
M.Sc. Ricardo Vera Torres
2024-03-25



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



PROYECTO EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

UBICACIÓN VILQUECHICO

LUGAR LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA MUESTRA 01

FECHA 25 DE MARZO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	378.28
SUELO SECO + TARRO	gr	320.86
PESO DEL TARRO	gr	50.95
PESO DEL AGUA	gr	57.42
PESO DEL SUELO SECO	gr	269.91
HUMEDAD %	%	21.27

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	30.67	31.42	31.87	10.12	10.86
SUELO SECO + TARRO	gr	27.90	28.17	28.99	9.14	9.58
PESO DEL TARRO	gr	21.22	20.44	22.08	4.22	4.22
PESO DEL AGUA	gr	2.77	3.25	2.88	0.98	1.28
PESO DEL SUELO SECO	gr	6.68	7.73	6.91	4.92	5.36
HUMEDAD %	%	41.47	42.04	41.68	19.92	23.88
N° DE GOLPES		30	20	12		

LIMITE LIQUIDO : 40.48 **LIMITE PLASTICO** : 21.90

INDICE PLASTICO : 18.58

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

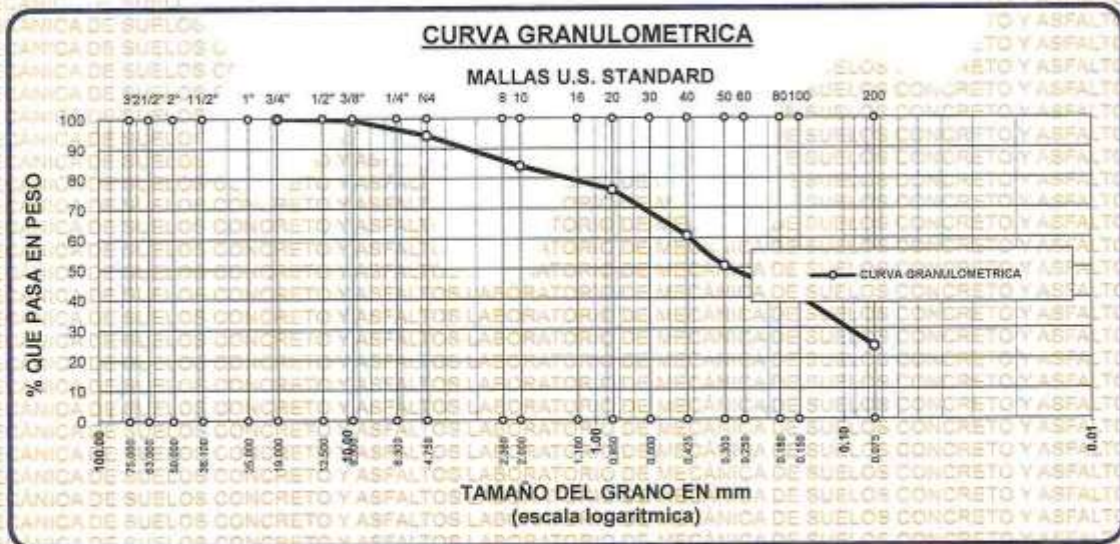
UBICACIÓN : VILQUECHICO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA-2

FECHA : 25 DE MARZO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 500.00
2"	50.000						P.L.= 379.53
1 1/2"	38.100						P.P.= 120.47
1"	25.000						%W= 21.31
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 40.15
3/8"	9.500	3.21	0.64	0.64	99.36		L.P.= 21.70
1/4"	6.300						I.P.= 18.44
No4	4.750	25.23	5.05	5.69	94.31		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	50.74	10.15	15.84	84.16		D30= 0.102 Cc= —
No16	1.180						D60= 0.41
No20	0.850	39.86	7.97	23.81	76.19		CLASIFICACIÓN:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	76.54	15.31	39.12	60.88		SUSCS ; SC
No 50	0.300	50.24	10.05	49.16	50.84		ASSTHO :
No80	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	51.59	10.32	59.48	40.52		
No200	0.075	82.12	16.42	75.91	24.09		
BASE		120.47	24.09	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA							



INVESTIGADORA NESTOR CACERES VELASQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Ing. Aracely Luna Torres
CIP 107257



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

UBICACIÓN : VILQUECHICO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA 2

FECHA : 25 DE MARZO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	367.32
SUELO SECO + TARRO	gr	311.87
PESO DEL TARRO	gr	51.81
PESO DEL AGUA	gr	55.45
PESO DEL SUELO SECO	gr	260.26
HUMEDAD %	%	21.31

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		4	5	6	C	D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	48.68	51.68	51.67	14.31	14.25
SUELO SECO + TARRO	gr	43.37	45.48	45.38	12.99	12.69
PESO DEL TARRO	gr	31.00	30.00	30.00	6.24	6.15
PESO DEL AGUA	gr	5.31	6.20	6.29	1.32	1.56
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.37	15.48	15.38	6.75	6.54
HUMEDAD %	%	42.93	40.05	40.90	19.56	23.85
N° DE GOLPES		27	20	14		

LIMITE LIQUIDO : 40.15 **LIMITE PLASTICO** : 21.70

INDICE PLASTICO : 18.44

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDA VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C. [Firma]



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



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

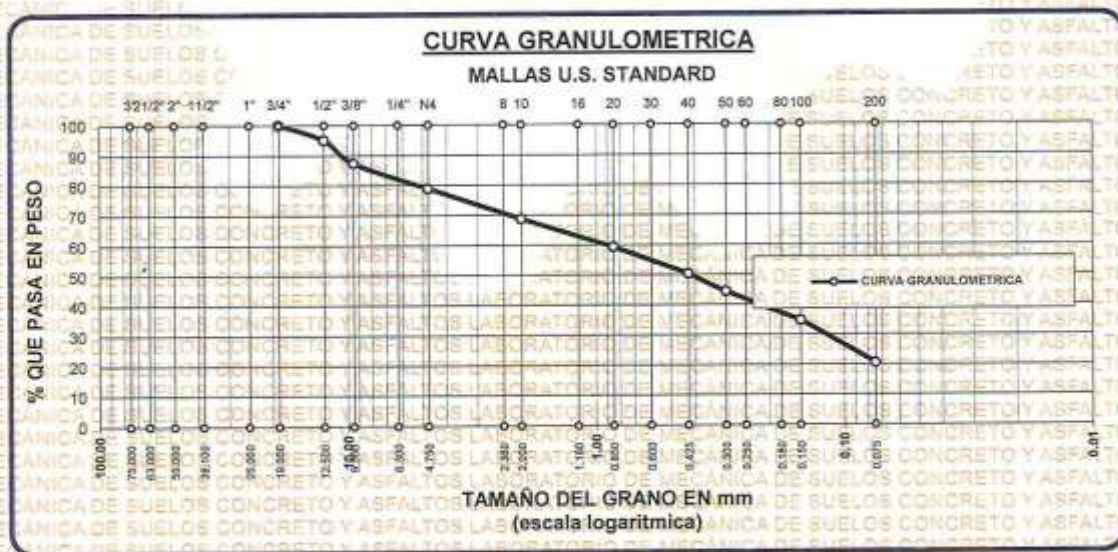
UBICACIÓN : VILQUECHICO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA 3

FECHA : 25 DE MARZO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 500.00
2"	50.000						P.L.= 357.19
1 1/2"	38.100						P.P.= 102.81
1"	25.000						%W = 21.32
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	24.23	4.85	4.85	95.15		L.L.= 39.40
3/8"	9.500	38.54	7.71	12.55	87.45		L.P.= 22.33
1/4"	6.300						I.P.= 17.07
No4	4.750	42.31	8.48	21.02	78.98		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	50.96	10.19	31.21	68.79		D30= 0.125 Cc= ---
No16	1.180						D60= 0.92
No20	0.850	46.87	9.37	40.58	59.42		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	44.85	8.97	49.55	50.45		SUSCS ; SC - SM
No 50	0.300	30.12	6.02	55.58	44.42		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	48.62	9.72	65.30	34.70		
No200	0.075	70.69	14.14	79.44	20.56		
BASE		102.81	20.56	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA							



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



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO
SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ
UBICACIÓN : VILQUECHICO
LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : MUESTRA 3
FECHA : 25 DE MARZO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	458.36
SUELO SECO + TARRO	gr	386.62
PESO DEL TARRO	gr	50.19
PESO DEL AGUA	gr	71.74
PESO DEL SUELO SECO	gr	336.43
HUMEDAD %	%	21.32

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		7	8	9	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	53.69	53.68	52.68	10.43	10.98
SUELO SECO + TARRO	gr	50.99	51.48	50.29	9.38	9.65
PESO DEL TARRO	gr	44.20	45.89	44.20	4.21	4.19
PESO DEL AGUA	gr	2.70	2.20	2.39	1.05	1.33
PESO DEL SUELO SECO	gr	6.79	5.59	6.09	5.17	5.46
HUMEDAD %	%	39.76	39.36	39.24	20.31	24.36
N° DE GOLPES		35	28	15		

LIMITE LIQUIDO : 39.40 **LIMITE PLASTICO :** 22.33

INDICE PLASTICO : 17.07

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

Jéger Arnaldo Parra Torres
LABORATORIO M.S.C. DE INVESTIGACIÓN
FICP - CIENCIAS INGENIERIA CIVIL



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



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

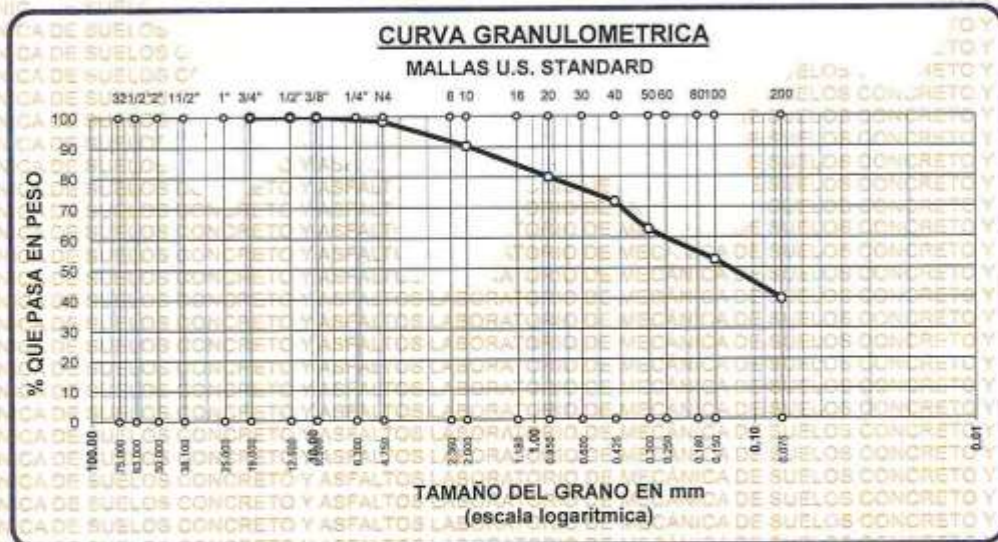
UBICACIÓN : VILQUECHICO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA 4

FECHA : 25 DE MARZO DEL 2017

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"						P.I.= 500.00
2 1/2"						P.L.= 300.89
2"						P.P.= 199.11
1 1/2"						% W = 22.05
1"						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00		L.L.= 37.89
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00		L.P.= 20.75
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00		I.P.= 17.14
1/4"						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	7.86	1.57	1.57	98.43		D10= --- Cu= ---
No8						D30= --- Cc= ---
No10	40.23	8.05	9.62	90.38		D60= 0.26
No16						CLASIFICACION:
No20	51.68	10.34	19.95	80.05		I.G. =
No30						SUSCS : SC
No40	40.23	8.05	28.00	72.00		ASSTHO :
No 50	45.68	9.14	37.14	62.86		OBSERVACIONES:
No60						
No80						
No100	50.43	10.09	47.22	52.78		
No200	84.78	12.96	60.18	39.82		
BASE	199.11	39.82	100.00	0.00		
TOTAL	500.00	100.00				
% PERDIDA	39.82					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CARR. INGENIERIA CIVIL

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

Ing. Argemiro Lena Torres
C.I. 517257

BIE- 0018-00100035



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO
SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ
UBICACIÓN : VILQUECHICO
LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : MUESTRA 4
FECHA : 25 DE MARZO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	446.83
SUELO SECO + TARRO	gr	375.17
PESO DEL TARRO	gr	50.19
PESO DEL AGUA	gr	71.66
PESO DEL SUELO SECO	gr	324.98
HUMEDAD %	%	22.05

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		10	11	12	G	H
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.56	33.64	33.89	11.36	12.57
SUELO SECO + TARRO	gr	29.66	30.39	30.57	10.20	11.06
PESO DEL TARRO	gr	21.94	21.89	21.85	4.23	4.22
PESO DEL AGUA	gr	2.90	3.25	3.32	1.16	1.51
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.72	8.50	8.72	5.97	6.84
HUMEDAD %	%	37.56	38.24	38.07	19.43	22.06
N° DE GOLPES		35	28	15		

LIMITE LIQUIDO : 37.89 **LIMITE PLASTICO** : 20.75

INDICE PLASTICO : 17.14

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERON CABRER"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
Ing. Aracelio Yana Torres
CIP: 103257



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



HUMEDAD NATURAL

NORMA ASTM D-2216

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE CONVENCIONAL, ADOBE +3% + 5% + 8%

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 25 DE MARZO DEL 2024

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRAS				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
ADOBE CONVENCIONAL					
P. MUESTRA SUMERGIDA AL AGUA (gr)	3134.00	3195.00	3197.00	3177.00	3167.00
P. DE MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	2537.00	2581.00	2583.00	2566.00	2570.00
PESO DE AGUA (gr)	597.00	614.00	614.00	611.00	597.00
% DE HUMEDAD NATURAL	23.53%	23.79%	23.77%	23.81%	23.23%
PROMEDIO	23.63%				

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRAS				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
ADOBE + 3%CES					
P. MUESTRA SUMERGIDA AL AGUA (gr)	3299.00	3398.00	3389.00	3420.00	3362.00
P. DE MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	2710.00	2781.00	2780.00	2800.00	2748.00
PESO DE AGUA (gr)	589.00	617.00	609.00	620.00	614.00
% DE HUMEDAD NATURAL	21.73%	22.19%	21.91%	22.14%	22.34%
PROMEDIO	22.06%				

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRAS				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
ADOBE + 5% CES					
P. MUESTRA SUMERGIDA AL AGUA (gr)	3684.00	3657.00	3657.00	3663.00	3671.00
P. DE MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	3089.00	3069.00	3061.00	3057.00	3069.00
PESO DE AGUA (gr)	595.00	588.00	596.00	606.00	602.00
% DE HUMEDAD NATURAL	19.26%	19.16%	19.47%	19.82%	19.62%
PROMEDIO	19.47%				

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRAS				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
ADOBE + 8% CES					
P. MUESTRA SUMERGIDA AL AGUA (gr)	3678.00	3637.00	3646.00	3624.00	3617.00
P. DE MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	3112.00	3081.00	3100.00	3061.00	3067.00
PESO DE AGUA (gr)	566.00	556.00	546.00	563.00	550.00
% DE HUMEDAD NATURAL	18.19%	18.05%	17.61%	18.39%	17.93%
PROMEDIO	18.03%				



[Handwritten signature]

BIE: 8018-00100035



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



HUMEDAD NATURAL NORMA ASTM D-2216

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE CONVENCIONAL, ADOBE +3% + 5% + 8% CENIZA DE EUCALIPTO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 25 DE MARZO DEL 2024

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRAS				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
ADOBE + 3%CEC					
P. MUESTRA SUMERGIDA AL AGUA (gr)	3368.00	3402.00	3412.00	3568.00	3478.00
P. DE MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	2760.00	2780.00	2794.00	2919.00	2847.00
PESO DE AGUA (gr)	608.00	622.00	618.00	649.00	631.00
% DE HUMEDAD NATURAL	22.03%	22.37%	22.12%	22.23%	22.16%
PROMEDIO	22.18%				

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRAS				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
ADOBE + 5%CEC					
P. MUESTRA SUMERGIDA AL AGUA (gr)	3597.00	3594.00	3599.00	3590.00	3592.00
P. DE MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	3016.00	3009.00	3010.00	3007.00	3003.00
PESO DE AGUA (gr)	581.00	585.00	589.00	583.00	589.00
% DE HUMEDAD NATURAL	19.26%	19.44%	19.57%	19.39%	19.61%
PROMEDIO	19.46%				

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRAS				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
ADOBE + 8% CEC					
P. MUESTRA SUMERGIDA AL AGUA (gr)	3578.00	3597.00	3587.00	3596.00	3579.00
P. DE MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	3023.00	3042.00	3033.00	3041.00	3029.00
PESO DE AGUA (gr)	555.00	555.00	554.00	555.00	550.00
% DE HUMEDAD NATURAL	18.36%	18.24%	18.27%	18.25%	18.16%
PROMEDIO	18.26%				

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

Ing. Aracelio Tiana Torres

R.P.C. 103207

BIE : 8018-00100035



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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRICO Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE CONVENCIONAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

ABSORCION	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A = PESO DE ADOBE SECO B = PESO DE ADOBE SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11656	11678	11702	11684
B=	13657	13684	13707	13685

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE CONVENCIONAL	M - 1	11656.00	13657.00	17.17
2	ADOBE CONVENCIONAL	M - 2	11678.00	13684.00	17.18
3	ADOBE CONVENCIONAL	M - 3	11702.00	13707.00	17.13
4	ADOBE CONVENCIONAL	M - 4	11684.00	13685.00	17.15

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



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CERRES VELASQUEZ
E.C.P. - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres



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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIERCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 3% DE CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

ABSORCIÓN	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A = PESO DE ADOBE SECO B = PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11679	11685	11694	11679
B=	13619	13612	13617	13622

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE +3% CES	M - 1	11679.00	13619.00	16.61
2	ADOBE +3% CES	M - 2	11685.00	13612.00	16.49
3	ADOBE +3% CES	M - 3	11694.00	13617.00	16.44
4	ADOBE +3% CES	M - 4	11679.00	13622.00	16.64

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
Mgr. Arnoldo Tano Torres
CIP 103257



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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIERCO Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 5% DE CENIZA DE ESTIERCO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

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

A = PESO DE ADOBE SECO
B = PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11645	11664	11684	11697
B=	13500	13528	13547	13559

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CES	M - 1	11645.00	13500.00	15.93
2	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CES	M - 2	11664.00	13528.00	15.98
3	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CES	M - 3	11684.00	13547.00	15.94
4	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CES	M - 4	11697.00	13559.00	15.92

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

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

(Firma)
Mgtr. Arnoldo Yana Torres
CIP-103257



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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIERCO Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 8% DE CENIZA DE ESTIERCO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

ABSORCIÓN

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

A = PESO DE ADOBE SECO
B = PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11667	11684	11658	11679
B=	13424	13439	13408	13430

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CES	M - 1	11667.00	13424.00	15.06
2	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CES	M - 2	11684.00	13439.00	15.02
3	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CES	M - 3	11658.00	13408.00	15.01
4	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CES	M - 4	11679.00	13430.00	15.02

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Metr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCAUPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE +3% CENIZA DE EUCAUPTO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

ABSORCIÓN	
$B = \frac{(B-A) \times 100}{A}$	A = PESO DE ADOBE SECO B = PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11689	11665	11674	11689
B=	13564	13544	13547	13562

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE +3% CEC	M - 1	11689.00	13564.00	16.04
2	ADOBE +3% CEC	M - 2	11665.00	13544.00	16.11
3	ADOBE +3% CEC	M - 3	11674.00	13547.00	16.04
4	ADOBE +3% CEC	M - 4	11689.00	13562.00	16.02

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
E.C.P. - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arpaldo Yano Torres
CAP. 103257



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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 5% CENIZA DE EUCALIPTO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

ABSORCION

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

A = PESO DE ADOBE SECO
B = PESO DE ADOBE SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11667	11689	11664	11699
B=	13444	13467	13467	13484

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CEC	M - 1	11667.00	13444.00	15.23
2	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CEC	M - 2	11689.00	13467.00	15.21
3	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CEC	M - 3	11664.00	13467.00	15.46
4	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CEC	M - 4	11699.00	13484.00	15.26

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO M.S.C. JEFATURA
MAG. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 8% CENIZA DE EUCALIPTO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

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

A = PESO DE ADOBE SECO
B = PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11679	11687	11671	11667
B=	13415	13407	13408	13400

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CEC	M - 1	11679.00	13415.00	14.86
2	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CEC	M - 2	11687.00	13407.00	14.72
3	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CEC	M - 3	11671.00	13408.00	14.88
4	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CEC	M - 4	11667.00	13400.00	14.85

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

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

LABORATORIO M.S.C.A. JEPATURA ARIACA

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C.P. 103257



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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

PROYECTO

SOLICITANTE

BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA

ADOBE CONVENCIONAL

LUGAR

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

23 DE ABRIL DEL 2024

ABSORCION	
B=	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$
A=	PESO DE ADOBE SECO
B=	PESO DE ADOBE SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	10656	10678	10732	10684
B=	11957	11984	12087	12045

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE CONVENCIONAL	M - 1	10656.00	11957.00	12.21
2	ADOBE CONVENCIONAL	M - 2	10678.00	11984.00	12.23
3	ADOBE CONVENCIONAL	M - 3	10732.00	12087.00	12.63
4	ADOBE CONVENCIONAL	M - 4	10684.00	12045.00	12.74

12.45

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



 Ing. Arnoldo Yana Torres
 C.I. 100257



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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIERCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

PROYECTO

SOLICITANTE

MUESTRA

LUGAR

FECHA

: BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ
: ADOBE +3% DE CENIZA DE ESTIERCOL
: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
: 23 DE ABRIL DEL 2024

ABSORCION

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

A= PESO DE ADOBE SECO
B= PESO DE ADOBE SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	10879	10885	10894	10879
B=	12369	12372	12387	12372

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE +3% CES	M - 1	10879.00	12369.00	13.70
2	ADOBE +3% CES	M - 2	10885.00	12372.00	13.66
3	ADOBE +3% CES	M - 3	10894.00	12387.00	13.70
4	ADOBE +3% CES	M - 4	10879.00	12372.00	13.72

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP / CAP. INGENIERIA CIVIL
Mtro. Gerardo Lara Torres
CIV 30257



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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 5% DE CENIZA DE ESTIÉRCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

ABSORCION

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

A = PESO DE ADOBE SECO
B = PESO DE ADOBE SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11145	11164	11184	11197
B=	12809	12859	12857	12879

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CES	M - 1	11145.00	12809.00	14.93
2	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CES	M - 2	11164.00	12859.00	15.18
3	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CES	M - 3	11184.00	12857.00	14.96
4	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CES	M - 4	11197.00	12879.00	15.02

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



 M.S.C.A. JEFATURA

 Mtro. Arnaldo Yano Torres

 C.I.F. 103257



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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE +8% DE CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

ABSORCION

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

A = PESO DE ADOBE SECO
B = PESO DE ADOBE SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11367	11384	11428	11479
B=	13294	13299	13378	13450

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CES	M - 1	11367.00	13294.00	16.95
2	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CES	M - 2	11384.00	13299.00	16.82
3	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CES	M - 3	11428.00	13378.00	17.06
4	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CES	M - 4	11479.00	13450.00	17.17

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL
M.Sc.A. JEFATURA
Mtro. ATORALDO JORDAN TORRES
CIP. 103257



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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCAUPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

PROYECTO

SOLICITANTE

MUESTRA

LUGAR

FECHA

BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

ADOBE +3% CENIZA DE EUCAUPTO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

23 DE ABRIL DEL 2024

ABSORCION

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

A = PESO DE ADOBE SECO
B = PESO DE ADOBE SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	10989	10965	10944	10959
B=	12419	12444	12457	12462

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE +3% CEC	M - 1	10989.00	12419.00	13.01
2	ADOBE +3% CEC	M - 2	10965.00	12444.00	13.49
3	ADOBE +3% CEC	M - 3	10944.00	12457.00	13.82
4	ADOBE +3% CEC	M - 4	10959.00	12462.00	13.71

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


 M.S.C.A. INVESTIGADORA
 Msc. Arvaldo Yana Torres
 CIP 103257



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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 5% CENIZA DE EUCALIPTO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

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

A = PESO DE ADOBE SECO
B = PESO DE ADOBE SATURADO

SÍMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11267	11289	11294	11299
B=	12944	12967	12987	12984

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CEC	M - 1	11267.00	12944.00	14.88
2	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CEC	M - 2	11289.00	12967.00	14.86
3	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CEC	M - 3	11294.00	12987.00	14.99
4	ADOBE ESTABILIZADO + 5% CEC	M - 4	11299.00	12984.00	14.91

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

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
Ing. Arnaldo Lana Torres
C.P. 103257



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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCAUPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

PROYECTO

SOLICITANTE

MUESTRA

LUGAR

FECHA

BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ
ADOBE + 8% CENIZA DE EUCAUPTO
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
23 DE ABRIL DEL 2024

ABSORCION

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

A = PESO DE ADOBE SECO
B = PESO DE ADOBE SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	11479	11487	11561	11527
B=	13425	13447	13508	13500

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CEC	M - 1	11479.00	13425.00	16.95
2	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CEC	M - 2	11487.00	13447.00	17.05
3	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CEC	M - 3	11561.00	13508.00	16.84
4	ADOBE ESTABILIZADO + 8% CEC	M - 4	11527.00	13500.00	17.12

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

LABORATORIO M.S.C.A. JEPATURA ALIACA
Mgtr. Arwaldo Iana Torres
CIP. 103257



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



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

UBICACIÓN : ADOBE CONVENCIONAL, ADOBE +3% + 5% + 8% DE CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

ADOBE CONVENCIONAL

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	11681	11752	800.00	17.75
2	11667	11741	800.00	18.50
3	11689	11761	800.00	18.00
4	11676	11748	800.00	18.00
PROMEDIO FINAL				18.06

ADOBE+ 3%CES

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	11679	11748	800.00	17.25
2	11684	11752	800.00	17.00
3	11674	11742	800.00	17.00
4	11687	11756	800.00	17.25
PROMEDIO FINAL				17.13

ADOBE + 5%CES

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	11668	11735	800.00	16.75
2	11682	11747	800.00	16.25
3	11674	11740	800.00	16.50
4	11691	11756	800.00	16.25
PROMEDIO FINAL				16.44

ADOBE + 8%CES

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	11678	11740	800.00	15.50
2	11685	11748	800.00	15.75
3	11686	11748	800.00	15.50
4	11676	11739	800.00	15.75
PROMEDIO FINAL				15.63



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
E.I.C.P. - CAR. INGENIERIA CIVIL
[Firma]
Mtr. Arnaldo Yana Torres
C.I.P. 103257



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



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO.

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

UBICACIÓN : ADOBE CONVENCIONAL, ADOBE +3% + 5% + 8% DE CENIZA DE EUCALIPTO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

ADOBE+ 3%CEC

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	11677	11745	800.00	17.00
2	11689	11757	800.00	17.00
3	11676	11743	800.00	16.75
4	11674	11742	800.00	17.00
PROMEDIO FINAL				16.94

ADOBE + 5%CEC

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	11684	11748	800.00	16.00
2	11674	11739	800.00	16.25
3	11687	11752	800.00	16.25
4	11683	11747	800.00	16.00
PROMEDIO FINAL				16.13

ADOBE + 8%CEC

MUESTRA	P1 gr	P2 gr	Area Cm2	Succión gr/200 cm2 min
1	11682	11743	800.00	15.25
2	11684	11747	800.00	15.75
3	11679	11741	800.00	15.50
4	11679	11742	800.00	15.75
PROMEDIO FINAL				15.56

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

 Mgr. Arnaldo Yana Torres
 FICP 103257





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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE CONVENCIONAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE CONVENCIONAL			23/04/2024	28	100.00	1221.00	12.21
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE CONVENCIONAL			23/04/2024	28	100.00	1213.00	12.13
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE CONVENCIONAL			23/04/2024	28	100.00	1231.00	12.31
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE CONVENCIONAL			23/04/2024	28	100.00	1209.00	12.09
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							12.19	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA : LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 143257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIERCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE +3% DE CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + 3%			23/04/2024	28	100.00	1365.00	13.65
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE + 3%			23/04/2024	28	100.00	1367.00	13.67
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE + 3%			23/04/2024	28	100.00	1359.00	13.59
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE + 3%			23/04/2024	28	100.00	1372.00	13.72
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							13.66	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER

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

[Firma]
Mgtr. Arnaldo Yano Torres
CIP 103257

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
JEFATURA



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE +5% DE CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	100.00	1494.00	14.94
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	100.00	1489.00	14.89
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	100.00	1497.00	14.97
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	100.00	1502.00	15.02
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F ^b)							14.96	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA : LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
E.I.C.R. - C.A.R. INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arnoldo Yana Torres
C.P. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 8% DE CENIZA DE ESTIÉRCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	100.00	1301.00	13.01
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	100.00	1317.00	13.17
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	0.00					
3	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	100.00	1314.00	13.14
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	100.00	1315.00	13.15
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							13.12	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
Mr. Arnaldo Yana Torres
C.P. 103257

BIE : 8018-00100035



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 3% DE CENIZA DE EUCALIPTO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + 3%			23/04/2024	28	100.00	1428.00	14.28
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE + 3%			23/04/2024	28	100.00	1416.00	14.16
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE + 3%			23/04/2024	28	100.00	1410.00	14.10
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE + 3%			23/04/2024	28	100.00	1419.00	14.19
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F ^b)							14.18	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA : LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDAS VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIF 103257

BIE : B018-00100035



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 5% DE CENIZA DE EUCALIPTO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	100.00	1528.00	15.28
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	100.00	1536.00	15.36
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
3	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	100.00	1534.00	15.34
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	100.00	1529.00	15.29
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b)							15.32	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER


 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 8% DE CENIZA DE EUCALIPTO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024.

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	100.00	1608.00	16.08
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
2	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	100.00	1618.00	16.18
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	0.00					
3	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	100.00	1602.00	16.02
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
4	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	100.00	1605.00	16.05
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	10.00	10.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F ^b)							16.08	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER

INVESTIGADORA EN CIENCIAS PURAS
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEPATURA

Mgtr. Arnoldo Yana Torres
CIP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCION

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE CONVENCIONAL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE CONVENCIONAL			23/04/2024	28	800.00	662.00	0.828
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE CONVENCIONAL			23/04/2024	28	800.00	670.00	0.838
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE CONVENCIONAL			23/04/2024	28	800.00	667.00	0.834
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE CONVENCIONAL			23/04/2024	28	800.00	664.00	0.830
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA - (F' b)							0.83	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAR. INGENIERIA CIVIL

M. Sc. Arnoldo J. Torres
CIP 101257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIERCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE +3% DE CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE ESTABILIZADO + 3%			23/04/2024	28	800.00	841.00	1.051
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE ESTABILIZADO + 3%			23/04/2024	28	800.00	852.00	1.065
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE ESTABILIZADO + 3%			23/04/2024	28	800.00	845.00	1.056
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE ESTABILIZADO + 3%			23/04/2024	28	800.00	854.00	1.068
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F ^b)							1.06	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CIVIL
M.S.C. (E) *[Firma]*
Ing. *[Firma]*



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCION

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE +5% DE CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	800.00	1336.00	1.670
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	800.00	1333.00	1.666
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	800.00	1349.00	1.686
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	800.00	1346.00	1.683
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							1.68	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



[Signature]
Mtro. Arnaldo Yana Torres
C.I.P. 143257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 8% DE CENIZA DE ESTIERCOL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	800.00	800.00	1.000
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	800.00	797.00	0.996
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	0.00					
3	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	800.00	795.00	0.994
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	800.00	799.00	0.999
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F ^b)							1.00	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
M.S.C. BACHILLER
SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ
2024



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCION

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 3% DE CENIZA DE EUCALIPTO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + 3%			23/04/2024	28	800.00	884.00	1.105
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE + 3%			23/04/2024	28	800.00	878.00	1.098
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE + 3%			23/04/2024	28	800.00	889.00	1.111
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE + 3%			23/04/2024	28	800.00	879.00	1.099
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F ^b)							1.10	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA : LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER


 UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - C. INGENIERIA CIVIL
 Nestor Caceres Velasquez



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCION

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCLIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 5% DE CENIZA DE EUCLIPTO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DÍAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	800.00	1366.00	1.708
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	800.00	1362.00	1.703
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	800.00	1364.00	1.705
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE + 5%			23/04/2024	28	800.00	1362.00	1.703
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							1.70	KG/CM2

OBSERVACIONES:

NOTA LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER


 Mr. Aníbal Yana Torres
 CIP: 10325





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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCION

NTP 399.613

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE + 8% DE CENIZA DE EUCALIPTO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	800.00	1465.00	1.831
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
2	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	800.00	1475.00	1.844
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
3	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	800.00	1462.00	1.828
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
4	ADOBE + 8%			23/04/2024	28	800.00	1470.00	1.838
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	40.00	20.00	10.00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)							1.84	KG/CM2

OBSERVACIONES

NOTA LOS LADRILLOS FUERON CAPEADOS EN AMBOS LADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
M.Sc. Arnoldo Yana Torres
CIP 117277

BE: 8018-00100035



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



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE

NORMA (NTP 339.605)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCAUPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE CONVENCIONAL	40.00	20.00	32.00	M - 01	23/04/2024	28	800.00	5552	6.94
2	ADOBE CONVENCIONAL	40.00	20.00	32.00	M - 02	23/04/2024	28	800.00	5547	6.93

6.94

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE+3% CENIZA DE ESTIERCOL	40.00	20.00	32.00	M - 01	23/04/2024	28	800.00	6217	7.77
2	ADOBE+3% CENIZA DE ESTIERCOL	40.00	20.00	32.00	M - 02	23/04/2024	28	800.00	6209	7.76

7.77

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE+5% CENIZA DE ESTIERCOL	40.00	20.00	32.00	M - 01	23/04/2024	28	800.00	7915	9.89
2	ADOBE+5% CENIZA DE ESTIERCOL	40.00	20.00	32.00	M - 02	23/04/2024	28	800.00	7905	9.88

9.89

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE+8% CENIZA DE ESTIERCOL	40.00	20.00	32.00	M - 01	23/04/2024	28	800.00	5200	6.50
2	ADOBE+8% CENIZA DE ESTIERCOL	40.00	20.00	32.00	M - 02	23/04/2024	28	800.00	5234	6.54

6.52

1 LAS PILAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



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

Mstr. Aníbal Yano Torres
CIP/103257



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



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ADOBE

NORMA (NTP 339.605)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

SOLICITANTE : BACHILLER SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

MUESTRA : ADOBE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE+3% CENIZA DE EUCALIPTO	40.00	20.00	32.00	M - 01	23/04/2024	28	800.00	6407	8.01
2	ADOBE+3% CENIZA DE EUCALIPTO	40.00	20.00	32.00	M - 02	23/04/2024	28	800.00	6400	8.00

8.00

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE+5% CENIZA DE EUCALIPTO	40.00	20.00	32.00	M - 01	23/04/2024	28	800.00	8221	10.28
2	ADOBE+5% CENIZA DE EUCALIPTO	40.00	20.00	32.00	M - 02	23/04/2024	28	800.00	8219	10.27

10.28

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			MUESTRA	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg.)	CARGA f m (kg/cm ²)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	ADOBE+8% CENIZA DE EUCALIPTO	40.00	20.00	32.00	M - 01	23/04/2024	28	800.00	8491	10.81
2	ADOBE+8% CENIZA DE EUCALIPTO	40.00	20.00	32.00	M - 02	23/04/2024	28	800.00	8509	10.64

10.83

† LAS PILAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

32



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 VICP - ESC. INGENIERÍA CIVIL
 Mtro. Arnaldo Yana Torres
 QIP: 103257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 20-05-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: SANTOS CHULLUNQUIA CRUZ

Dirección: Urb. HABITAT 2 MZ-G7-A LT-05 Urb. LA CAPILLA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 46023289

Teléfono: 927 388 874 email: jhoelsam44@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

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

Asesor: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE
CENIZA DE ESTIÉRCOL Y CENIZA DE EUCALIPTO EN EL DISTRITO DE VILQUECHICO

Palabras claves, (3 a 5 términos): ADOBE, CENIZAS, PROPIEDADES DEL ADOBE

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17


Firma de Autor



huella digital

20-05-2025

Fecha