



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA
DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS
SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL
PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA
DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS
SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL
PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JUAN CARLOS ARAPA QUISPE


PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mgtr. WILFREDO DAVID SUÑO PACORI

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1201-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 30 de septiembre del 2025.

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 8903 presentado por el (la) Bachiller: JUAN CARLOS ARAPA QUISPE 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. JUAN CARLOS ARAPA QUISPE, quien solicita NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN de la Tesis Titulada: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024, la misma que pertenece a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

RESUELVE:

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

- Presidente : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
• 1er Miembro : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
• 2do Miembro : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

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

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS de él (la) bachiller: JUAN CARLOS ARAPA QUISPE; del informe final de la investigación (tesis) titulada: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024 para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- FECHA : jueves 09 de octubre del 2025
• HORA : 15:30 horas
• LUGAR : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (a)
CIP. 32730



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1083-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 7731, presentado por el señor (a) JUAN CARLOS ARAPA QUISPE solicitando CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la RESOLUCIÓN DECANAL N° 1459-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación de la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 1726-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación del INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS), para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): JUAN CARLOS ARAPA QUISPE ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulada: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor Dr. MILTHON QUISPE HUANCA no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la RESOLUCIÓN DECANAL N° 1459-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación de la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 1726-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación del INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS).

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación Dr. Fritz Willy Mamani Apaza de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulada: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024.

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

Estando, con la opinión favorable del Director de la Unidad 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, 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 CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION, designado al señor (a): JUAN CARLOS ARAPA QUISPE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA MATERIALES, se le asigna como:

ASESOR: Dr. ARNALDO YANA TORRES

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc: Archivo 2025 Intermedio (n)



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR V. VIANCONTE CALLA DECANO (e) CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1726-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 14906 por el señor (a): JUAN CARLOS ARAPA QUISPE quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1489 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 326- 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): JUAN CARLOS ARAPA QUISPE, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 326- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): JUAN CARLOS ARAPA QUISPE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) 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.



MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Dr. Efraim Castillo Sosa
VICERRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1459-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 015834, presentado el señor (a) JUAN CARLOS ARAPA QUISPE solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 1302 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 365 -2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): JUAN CARLOS ARAPA QUISPE ha presentado su propuesta de investigación Titulado: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 365 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a): JUAN CARLOS ARAPA QUISPE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente 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
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIR. 47790

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

cc:
Archivo 2024
Interesado (a)



24% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

- 12% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 21% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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


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



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70212743
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-7575-9755
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	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: Lampa Distrito: Lampa Latitud: S 15° 21' 49" Longitud: O 70° 21' 56"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/tNGEFbXzzHuP9Mkc6</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2024 - Octubre 2025
URL de disciplinas OCDE - Librería	<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>



INVESTIGACIÓN DE TESIS DE GRADO DE
 PROMOCIÓN DE TITULACIÓN DE GRADOS PUNO

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



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JUAN CARLOS ARAPA QUISPE, identificado con DNI Nro. 70212743, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliana 13 de noviembre del 2025

Handwritten signature of the advisor

Firma del Asesor (obligatoria)

Handwritten signature of the student

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado con todo mi cariño y gratitud a mi familia. Su amor, apoyo incondicional y confianza han sido mi guía en cada etapa de este camino. Gracias por ser mi mayor fortaleza y por darme la inspiración para seguir adelante, incluso cuando las dificultades parecían insuperables. A ustedes, que siempre han creído en mí, este logro les pertenece tanto como a mí.



AGRADECIMIENTO

En nombre de todo el comité de tesis, quisiera agradecer a todos los que ayudaron a que este proyecto se hiciera realidad. En especial, me gustaría agradecer a mis profesores y tutores, por su constante apoyo, paciencia y los valiosos consejos que me ofrecieron, los cuales fueron clave para poder concluir este proyecto. También a mis compañeros de trabajo y amigos, por su apoyo incondicional y por darme fuerzas en los momentos difíciles. Por último, gracias a todos aquellos cuya amabilidad y ayuda hicieron posible que pudiera terminar este trabajo.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

ÍNDICE GENERAL iii

ÍNDICE DE TABLAS vi

ÍNDICE DE FIGURAS viii

RESUMEN ix

ABSTRACT x

INTRODUCCIÓN xi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática. **13**

1.2 Planteamiento del problema. **14**

 1.2.1 Problema General 14

 1.2.2 Problemas Específicos 14

1.3 Objetivos de la investigación. **15**

 1.3.1 Objetivo General 15

 1.3.2 Objetivos Específicos 15

1.4 Justificación de la investigación. **15**

 1.4.1 Justificación Teórica 15

 1.4.2 Justificación Práctica 15

 1.4.3 Justificación Social 16

 1.4.4 Justificación Ambiental 16

1.5 Hipótesis de la Investigación. **16**

 1.5.1 Hipótesis General. 16

 1.5.2 Hipótesis Específicas. 16

1.6 Variables e indicadores. **17**

 1.6.1 Variable Independiente 17

 1.6.2 Variable Dependiente 17

1.7 Operacionalización de Variables. **17**

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación. **19**



2.1.1 Antecedentes Internacionales.	19
2.1.2 Antecedente Nacional.	23
2.1.3 Antecedentes locales.	28
2.2 Bases teóricas	32
2.2.1 Adobe tradicional	32
2.2.1.1 Variantes de Adobe Tradicional en la Región Andina	32
2.2.1.2 Composición del Adobe Tradicional	33
2.2.1.3 Aditivos Naturales en el Adobe	34
2.2.1.4 Tipos de adobe	34
2.2.1.5 Propiedades del adobe	37
2.2.1.6 Características del adobe	40
2.2.2 Suelo (Tierra)	42
2.2.2.1 Composición del Suelo para la Fabricación de Adobe	42
2.2.2.2 Propiedades del Suelo para la Fabricación de Adobe	43
2.2.2.3 Impacto del Clima y Condiciones Ambientales	44
2.2.3 Mucílago de huaraco en la construcción con adobe	44
2.2.3.1 Propiedades Gelificantes del Mucílago	44
2.2.3.2 Investigaciones Previas sobre el Uso del Mucílago	45
2.2.4 Savia de Cactus en la Construcción con Adobe	45
2.2.4.1 Propiedades Estabilizadoras	45
2.2.4.2 Efectos de la Savia de Cactus en la Durabilidad del Adobe	46
2.2.5 Propiedades y aplicaciones del mucílago de huaraco y la savia de cactus ...	46
2.2.6 Mejoramiento con Aditivos Naturales	47
2.2.6.1 Aditivos Naturales en Construcción	48
2.2.6.2 Estrategias de Modificación del Adobe con Aditivos Naturales	48
2.2.6.3 Condiciones Climáticas Específicas	49
2.2.6.4 Mejora de Propiedades Térmicas	49
2.2.7 Propiedades del adobe	50
2.2.7.1 Propiedades físicas	50
2.2.7.2 Propiedades mecánicas	50
2.3 Marco conceptual	52
2.3.1 Adobe Tradicional	52
2.3.2 Mucílago de huaraco	52
2.3.3 Construcción sostenible	53
2.3.4 Savia de Cactus	53
2.3.5 Propiedades físicas	53
2.3.6 Resistencia a la compresión.	54



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1 Enfoque de la investigación55**
- 3.2 Tipo de la investigación55**
- 3.3 Nivel de la Investigación56**
- 3.4 Diseño de la Investigación56**
- 3.5 Método de la Investigación57**
- 3.6 Población y Muestra57**
 - 3.6.1 Población57
 - 3.6.2 Muestra57
- 3.7 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos58**
 - 3.7.1 Técnicas de recolección de datos58
 - 3.7.2 Instrumentos de recolección de datos.59
- 3.8 Procedimiento para la recolección de datos59**
 - 3.8.1 Desarrollo de plan de investigación61
- 3.9 Principio de reproducibilidad y su aplicación metodológica68**
- 3.10 Procesamiento de datos69**

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- 4.1 Resultados..... 70**
 - 4.1.1 Cualidades físicas y mecánicas del adobe tradicional.72
 - 4.1.2 Mucílago de huaraco y savia de cactus en propiedades físicas del adobe. ...77
 - 4.1.3 Influencia de mucílago de huaraco y savia de cactus en propiedades mecánicas del adobe.....87
- 4.2 Discusión de resultados. 107**
- CONCLUSIONES 109
- RECOMENDACIONES 110
- REFERENCIAS 111
- ANEXOS 120



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	18
Tabla 2 Análisis granulométrico de la muestra.....	70
Tabla 3 Índice de plasticidad de la muestra.....	71
Tabla 4 % de humedad del suelo analizado.....	72
Tabla 5 Absorción del adobe estándar.....	72
Tabla 6 Succión del adobe estándar.....	73
Tabla 7 Cambio dimensional adobe tradicional (alto).....	73
Tabla 8 Cambio dimensional adobe tradicional (ancho).....	74
Tabla 9 Cambio dimensional adobe tradicional (largo).....	74
Tabla 10 Alabeo del adobe Control.....	75
Tabla 11 Resistencia del adobe Control a 7 días.....	75
Tabla 12 Resistencia del adobe Control a los 14 días.....	76
Tabla 13 Resistencia adobe Control a los 28 días.....	76
Tabla 14 Absorción del adobe + mucílago de huaraco 2%.....	77
Tabla 15 Ensayo de absorción del adobe + mucílago de huaraco 5%.....	77
Tabla 16 Ensayo de absorción del adobe + mucílago de huaraco 8%.....	78
Tabla 17 Ensayo de Succión del adobe + mucílago de huaraco 2%.....	78
Tabla 18 Ensayo de Succión del adobe + mucílago de huaraco 5%.....	79
Tabla 19 Ensayo de Succión del adobe + mucílago de huaraco 8%.....	79
Tabla 20 Variación dimensional adobe + mucílago de huaraco.....	80
Tabla 21 Alabeo del adobe + mucílago de huaraco 2%.....	80
Tabla 22 Alabeo del adobe + mucílago de huaraco 5%.....	81
Tabla 23 Alabeo del adobe + mucílago de huaraco 8%.....	81
Tabla 24 Ensayo de absorción del adobe + savia de cactus 5%.....	82
Tabla 25 Ensayo de absorción del adobe + savia de cactus 10%.....	82
Tabla 26 Ensayo de absorción del adobe + savia de cactus 15%.....	83
Tabla 27 Ensayo de Succión del adobe + savia de cactus 5%.....	83
Tabla 28 Ensayo de Succión del adobe + savia de cactus 10%.....	84
Tabla 29 Ensayo de Succión del adobe + savia de cactus 15%.....	84
Tabla 30 Variación dimensional adobe + savia de cactus.....	85
Tabla 31 Alabeo del adobe + savia de cactus 5%.....	85
Tabla 32 Alabeo del adobe savia de cactus 10%.....	86
Tabla 33 Alabeo del adobe savia de cactus 15%.....	86
Tabla 34 Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 2%, en 7 días.....	87



Tabla 35 Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 2%, en 14 días.	87
Tabla 36 Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 2%, en 28 días.	88
Tabla 37 Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 5%, en 7 días.	88
Tabla 38 Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 5%, en 14 días.	89
Tabla 39 Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 5%, en 28 días.	89
Tabla 40 Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 8%, en 7 días.	90
Tabla 41 Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 8%, en 14 días.	90
Tabla 42 Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 8%, en 28 días.	91
Tabla 43 Capacidad del adobe + savia de cactus 5%, en 7 días.	91
Tabla 44 Capacidad del adobe + savia de cactus 5%, en 14 días.	92
Tabla 45 Capacidad del adobe + savia de cactus 5%, en 28 días.	92
Tabla 46 Capacidad del adobe + savia de cactus 10%, en 7 días.	93
Tabla 47 Capacidad del adobe + savia de cactus 10%, en 14 días.	93
Tabla 48 Capacidad del adobe + savia de cactus 10%, en 28 días.	94
Tabla 49 Capacidad del adobe + savia de cactus 15%, en 7 días.	94
Tabla 50 Capacidad del adobe + savia de cactus 15%, en 14 días.	95
Tabla 51 Capacidad del adobe + savia de cactus 15%, en 28 días.	95
Tabla 52 Absorción del adobe con mucílago de huaraco.	96
Tabla 53 Absorción del adobe con savia de cactus.	97
Tabla 54 Succión del adobe con mucílago de huaraco.	98
Tabla 55 Succión del adobe con savia de cactus.	99
Tabla 56 Alabeo del adobe con mucílago de huaraco.	100
Tabla 57 Alabeo del adobe con savia de cactus.	101
Tabla 58 Cambio dimensional del adobe con mucílago de huaraco.	102
Tabla 59 Cambio dimensional del adobe con savia de cactus.	103
Tabla 60 Resistencia del adobe con mucílago de huaraco.	104
Tabla 61 Resistencia del adobe con savia de cactus.	105
Tabla 62 Comparativa con la norma.	106



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Adobe tradicional.....	35
Figura 2 Adobe Compactado.....	36
Figura 3 Adobe Estabilizado.....	37
Figura 4 Huaraco.....	62
Figura 5 Cactus.....	63
Figura 6 Curva granulométrica de la muestra analizada.	71
Figura 7 Tendencia de absorción del adobe con mucílago de huaraco.....	96
Figura 8 Tendencia de absorción del adobe con savia de cactus.....	97
Figura 9 Tendencia de succión del adobe con mucílago de huaraco	98
Figura 10 Tendencia de Succión del adobe con savia de cactus	99
Figura 11 Tendencia de alabeo del adobe con mucílago de huaraco	100
Figura 12 Tendencia de alabeo del adobe con savia de cactus	101
Figura 13 Tendencia de cambio dimensional del adobe con mucílago de huaraco	102
Figura 14 Tendencia de cambio dimensional del adobe con savia de cactus	103
Figura 15 Tendencia de resistencias del adobe con mucílago de huaraco	104
Figura 16 Tendencia de resistencias del adobe con savia de cactus	105



RESUMEN

La presente investigación "Análisis del efecto de la incorporación controlada de mucílago de huaraco y savia de cactus sobre las propiedades del adobe tradicional producidos en la Provincia de Lampa 2024", tiene como objetivo evaluar la influencia de la incorporación controlada de mucílago de huaraco y savia de cactus sobre las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa, en 2024. Se realizó una investigación cuantitativa, aplicada y experimental, bajo un diseño controlado en laboratorio. Se elaboraron muestras de adobe con diferentes concentraciones de mucílago de huaraco (2%, 5%, 8%) y savia de cactus (5%, 10%, 15%). Se evaluaron propiedades físicas (absorción de agua, succión, variación dimensional y alabeo) y mecánicas (resistencia a compresión simple) mediante ensayos específicos estandarizados. La incorporación de mucílago y savia redujo significativamente la absorción y succión de agua, mejorando la impermeabilidad del adobe. Las propiedades mecánicas se incrementaron notablemente, alcanzando resistencias máximas de 21.02 kg/cm² para mucílago al 8% y 24.41 kg/cm² para savia al 15% a los 28 días. La estabilidad dimensional y el alabeo presentaron mejoras evidentes respecto al adobe tradicional. La utilización controlada de mucílago de huaraco y savia de cactus representa un método efectivo para mejorar las propiedades constructivas del adobe tradicional, favoreciendo la durabilidad, resistencia y sostenibilidad de la construcción ancestral en la provincia de Lampa.

Palabras Clave: Adobe tradicional, Mucílago de huaraco, Savia de cactus, Propiedades físicos y mecánicos.



ABSTRACT

The present research "Analysis of the effect of the controlled incorporation of huaraco mucilage and cactus sap on the properties of traditional adobe produced in the Province of Lampa 2024", aims to evaluate the influence of the controlled incorporation of huaraco mucilage and cactus sap on the physical and mechanical properties of traditional adobe produced in the province of Lampa, in 2024. A quantitative, applied and experimental research was carried out, under a controlled laboratory design. Adobe samples were made with different concentrations of huaraco mucilage (2%, 5%, 8%) and cactus sap (5%, 10%, 15%). Physical properties (water absorption, suction, dimensional variation and warping) and mechanical properties (simple compression strength) were evaluated through specific standardized tests. The incorporation of mucilage and sap significantly reduced water absorption and suction, improving the impermeability of the adobe. Mechanical properties increased significantly, reaching maximum strengths of 21.02 kg/cm² for 8% mucilage and 24.41 kg/cm² for 15% sap at 28 days. Dimensional stability and warping showed significant improvements compared to traditional adobe. The controlled use of huaraco mucilage and cactus sap represents an effective method for improving the construction properties of traditional adobe, promoting the durability, strength, and sustainability of traditional construction in the province of Lampa.

Keywords: Traditional adobe, Huaraco mucilage, Cactus sap, Physical and mechanical properties.



INTRODUCCIÓN

El adobe tradicional ha sido un material de construcción esencial en diversas culturas, especialmente en regiones con climas áridos y semiáridos, como es el caso de la provincia de Lampa, ubicada en el altiplano de Perú. Este material es ampliamente utilizado debido a sus propiedades térmicas, económicas y de fácil acceso, ya que se elabora a partir de materiales locales como tierra, agua y paja. El adobe tradicional, aunque es un material utilizado desde hace siglos, presenta ciertas limitaciones en cuanto a su resistencia y durabilidad, especialmente cuando se enfrenta a condiciones climáticas extremas, como la humedad o las grandes variaciones de temperatura. Esto ha llevado a la búsqueda de soluciones innovadoras que permitan mejorar sus propiedades sin perder su esencia tradicional, a la vez que se promueve la sostenibilidad y la eficiencia en la construcción.

En este sentido, el mucílago de huaraco y la savia de cactus aparecen como posibles aditivos que podrían potenciar las propiedades físicas y mecánicas del adobe. El mucílago de huaraco, una sustancia viscosa extraída de la planta huaraco, y la savia de cactus, conocida por sus cualidades aglutinantes naturales, han mostrado un gran potencial para modificar materiales de construcción, gracias a sus características estabilizantes y resistentes. Al incorporarlos cuidadosamente en la mezcla de adobe, se espera que estos aditivos no solo aumenten la resistencia mecánica del material, sino también mejoren su capacidad para soportar las condiciones climáticas de la región, prolongando la vida útil de las construcciones tradicionales sin recurrir a materiales sintéticos o costosos.

El propósito de esta investigación es estudiar cómo la incorporación controlada de mucílago de huaraco y savia de cactus afecta las cualidades físicas y mecánicas del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa. A través de diversos ensayos y mediciones, se busca establecer cómo la adición de estos materiales influye en la resistencia a la



compresión, la absorción de agua y la estabilidad dimensional del adobe. Este estudio tiene como fin generar evidencia científica que respalde el uso de estos aditivos naturales, abriendo nuevas posibilidades para mejorar el adobe tradicional y fomentar su sostenibilidad y optimización en la construcción rural.

La tesis consta por 4 capítulos:

Capítulo I: Se presenta el planteamiento del problema, se define claramente y se establecen los objetivos de la investigación, los cuales orientarán todo el desarrollo del estudio.

Capítulo II: Se ofrece un glosario con los términos clave y los conceptos fundamentales, basados en teorías y enfoques relevantes, para asegurar una comprensión clara y precisa del marco teórico de la investigación.

Capítulo III: Se puntualiza la estrategia metodológica de la investigación, que incluye el contexto del estudio, los objetivos específicos, los datos necesarios, las técnicas de recolección y los métodos de análisis que se utilizarán.

Capítulo IV: Aquí se aborda el desarrollo completo del tema de investigación, realizando una evaluación exhaustiva de los objetivos y la aplicación práctica de los resultados esperados, todo dentro del marco teórico y metodológico planteado.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática.

A nivel global, el adobe es reconocido como un material de construcción sostenible, usado en países con restricción de recursos económicos y tecnológicos. Sin embargo, sus limitaciones técnicas, especialmente su baja resistencia mecánica y alta absorción de agua, generan vulnerabilidad estructural y disminuyen su durabilidad Díaz et al., (2022). Por ello, se ha impulsado la investigación de aditivos naturales y técnicas para estabilizarlo sin perder su identidad ecológica, buscando equilibrar sustentabilidad con mejoras funcionales Martínez & Silva, (2023). En Latinoamérica, países como México, Colombia, y Ecuador han desarrollado investigaciones orientadas a mejorar la calidad del adobe tradicional mediante el uso de fibras y aditivos orgánicos, haciendo que estas tecnologías sean accesibles para comunidades rurales Gómez et al., (2021).

En el Perú, el adobe continúa siendo material protagonista en zonas rurales y altoandinas. No obstante, presentan problemas documentados como baja resistencia a la humedad y a fenómenos sísmicos Velarde (2022). Estudios recientes destacan el potencial de aditivos naturales como el mucílago de cactus para mejorar cualidades físicas y mecánicas, beneficiando la resistencia al agua y la compresión del adobe Apaza, (2025). Sin embargo, aún es necesario aumentar el conocimiento acerca de la dosificación y



combinación óptima de estos aditivos, especialmente para regiones con condiciones climáticas extremas como la provincia de Lampa Rodríguez, (2025).

En Lampa, la construcción con adobe tradicional enfrenta desafíos derivados de las características físico-mecánicas insuficientes frente a la humedad, que afectan la durabilidad y seguridad habitacional Poma (2023). La ausencia de estudios que evalúen el impacto del mucílago de huaraco y savia de cactus en el adobe local limita la implementación de soluciones técnicas adaptadas a esta realidad. Esta situación compromete la eficacia de vida de las entidades que penden del adobe y requiere de investigaciones experimentales que provean soluciones prácticas que incrementen la resistencia y estabilidad de las construcciones tradicionales, aun manteniendo bajos costos Velarde, (2022); Apaza, (2025).

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 Problema General.

¿Cómo afecta la incorporación controlada de mucílago de huaraco y savia de cactus a las propiedades del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa en 2024?

1.2.2 Problemas Específicos.

- a. ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa?
- b. ¿Cómo influye la aplicación de mucílago de huaraco y savia de cactus, en diferentes cantidades, sobre las propiedades físicas del adobe tradicional en la provincia de Lampa?
- c. ¿Qué impacto tiene la incorporación de mucílago de huaraco y savia de cactus, en cantidades variables, en las propiedades mecánicas del adobe tradicional en la provincia de Lampa?



1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General

Evaluar cómo la adición de mucílago de huaraco y savia de cactus afecta las propiedades del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa.

1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Identificar las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa.
2. Analizar el impacto de la aplicación de mucílago de huaraco y savia de cactus, en cantidades variables, sobre las propiedades físicas del adobe tradicional en la provincia de Lampa.
3. Estudiar cómo la incorporación de mucílago de huaraco y savia de cactus, en diferentes cantidades, influye en las propiedades mecánicas del adobe tradicional en la provincia de Lampa.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 Justificación Teórica

La investigación aporta conocimiento fundamental sobre el comportamiento del adobe tradicional mejorado con mucílago de huaraco y savia de cactus, reforzando la base teórica sobre materiales de construcción sostenibles y tradicionales. Este estudio valida y amplía teorías existentes sobre aditivos naturales en composiciones de tierra, contribuyendo a la literatura académica regional y global en ingeniería civil y construcción con materiales ancestrales.

1.4.2 Justificación Práctica

La aplicación del mucílago de huaraco y la savia de cactus mejora las propiedades físicas y mecánicas del adobe, permitiendo la creación de materiales más resistentes y



duraderos para la edificación en zonas rurales. Esta investigación ofrece una metodología clara para incorporar estos aditivos naturales, brindando apoyo a técnicos e ingenieros en el desarrollo de soluciones constructivas más eficientes y económicas utilizando materiales locales.

1.4.3 Justificación Social

El fortalecimiento de la calidad del adobe tradicional contribuye a mejorar las condiciones habitacionales en comunidades altoandinas de la provincia de Lampa, promoviendo viviendas más seguras y confortables. La investigación fomenta el uso de recursos autóctonos, favoreciendo la identidad cultural y facilitando el acceso a tecnologías constructivas accesibles para poblaciones con limitados recursos económicos.

1.4.4 Justificación Ambiental

El estudio promueve el empleo de materiales naturales y renovables que no generan impacto ambiental significativo, contribuyendo a la construcción sostenible. La mejora en las propiedades del adobe tradicional a través de aditivos orgánicos favorece la reducción en la extracción de materiales no renovables y minimiza la huella ecológica de las construcciones, promoviendo un equilibrio entre desarrollo y conservación ambiental.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

La influencia de la adición de mucílago de huaraco y savia de cactus optimizarán las propiedades del adobe tradicional producidas en la provincia de Lampa.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

- a. Las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa cumplirán con los requisitos mínimos establecidos por la norma.



- b. La aplicación de mucílago de huaraco y savia de cactus en cantidades variables mejorará las propiedades físicas del adobe tradicional en la provincia de Lampa.
- c. La incorporación de mucílago de huaraco y savia de cactus en diferentes cantidades mejorará las propiedades mecánicas del adobe tradicional en la provincia de Lampa.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 Variable Independiente.

Mucílago de huaraco y savia de cactus.

Indicadores:

- MH en % de 2%, 5% y 8%.
- SC en % de 5%, 10% y 15%.

1.6.2 Variable Dependiente

Propiedades del adobe tradicional

Indicadores:

- % de absorción
- g/min de succión
- % de variación
- mm de alabeo
- kg/cm² de resistencia

1.7 Operacionalización de Variables.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Mucílago de huaraco	Nivel o cantidad de mucílago de huaraco y savia de cactus añadido al adobe tradicional en proporciones controladas.	% de aplicación de mucílago de huaraco	% en peso sobre mezcla	2% - 8% (mucílago)	Balanza de precisión	Numérica: Discreta
Savia de cactus		% de aplicación de savia de cactus	% en peso sobre mezcla	5% - 15% (savia)	Balanza de precisión	Numérica: Discreta
Variable Dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Propiedades del adobe tradicional	Características físicas y mecánicas que determinan la calidad, durabilidad y resistencia del adobe producido en la provincia de Lampa	Absorción	% de absorción	≤ 20% (preferido ≤ 15%)	Balanza	Numérica: continua
		Succión	g/min de succión	Valor bajo, sin criterio fijo	Equipo de succión	Numérica: continua
		Variación dimensional	% de variación	≤ 5% de reducción	Regla, pie de rey	Numérica: continua
		Alabeo	mm de alabeo	mm bajos, sin criterio fijo	Regla, pie de rey	Numérica: continua
		Resistencia a compresión	kg/cm ² de resistencia	≥ 10.2 kg/cm ² (≥ 1 MPa)	Prensa hidráulica	Numérica: continua



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 *Antecedentes Internacionales.*

Según Soto (2024) su tesis "Análisis comparativo de resistencia a compresión y resistencia a inmersión en agua de adobe tradicional y adobe estabilizado con pegamento animal". Construir viviendas asequibles y sostenibles se está convirtiendo en una tarea cada vez más difícil para el sector de la construcción. Debido a su bajo costo, amplia disponibilidad y larga trayectoria como aislante térmico, la construcción con adobe se promueve aquí como una posible solución a la escasez de vivienda. Sin embargo, el adobe convencional presenta serias deficiencias en cuanto a resistencia estructural, lo que lo hace inadecuado para su uso en regiones vulnerables a catástrofes naturales y climas extremos, a pesar de sus múltiples beneficios. Por ello, se requieren enfoques creativos para mejorar sus características sin reducir su sostenibilidad ni su valor económico. Las propiedades físicas del suelo utilizado para la elaboración del adobe se determinaron mediante una serie de pruebas de laboratorio y verificaciones visuales, una técnica experimental diseñada para abordar este problema. Estos experimentos determinaron las proporciones óptimas de la mezcla de adobe y condujeron a la creación de un estabilizador derivado de cola animal, un ingrediente tradicional con un historial comprobado de éxito en



la prolongación de la vida útil de los materiales de construcción. Se elaboraron muestras experimentales de adobe convencional y estabilizado utilizando estas nuevas formulaciones para evaluar sus características mecánicas y su resistencia a la intemperie. Los resultados del estudio comparativo entre el adobe convencional y el estabilizado fueron muy alentadores. De acuerdo con los requisitos del (NEC) y la norma E.080, se evaluó la resistencia a la compresión y la resistencia a la inmersión en agua de ambas variedades de adobe. La resistencia a la compresión y la resistencia al agua de las muestras de adobe estabilizadas con cola animal fueron significativamente superiores a las del adobe convencional. Según estos resultados, la estabilización del adobe con cola animal no solo lo hace más resistente, sino también más económico y ecológico, lo que abre nuevas posibilidades para su uso en proyectos de construcción robustos y duraderos.

Según Brito-del-Pino et al. (2021) su estudio "Elaboración de adobe sostenible". El objetivo principal de este estudio es ofrecer un informe actualizado sobre el adobe como material de construcción tradicional y sostenible, profundamente ligado a la sabiduría ancestral de los pueblos andinos. En este sentido, se busca desarrollar un nuevo método de producción de adobe que sea sostenible y respetuoso con el medio ambiente, combinando técnicas artesanales tradicionales con conocimientos científicos modernos. Este enfoque se basa en los resultados de una exhaustiva revisión bibliográfica sobre la producción de adobe en las zonas urbano-rurales de Riobamba, su impacto ambiental y la necesidad de alternativas constructivas asequibles. Para entender mejor el desarrollo del adobe y su potencial de mejora, se evaluaron los materiales y los procedimientos de estabilización estudiados en investigaciones anteriores. La segunda parte del estudio se centra en el enfoque propuesto, comenzando con la correcta identificación y recolección de muestras representativas del suelo de la región. Luego, se realizan pruebas de campo manuales, como la plasticidad, la humedad y la compactación empírica, con el fin de obtener una primera aproximación a las condiciones del suelo, tanto desde una perspectiva histórica como práctica. El siguiente paso consiste en seleccionar el tipo de suelo más



adecuado a través de exhaustivas pruebas de laboratorio, que incluyen análisis físicos, químicos y mineralógicos. El objetivo final es combinar técnicas ancestrales con el conocimiento científico actual para crear un adobe más resistente, duradero y respetuoso con el medio ambiente. Finalmente, se confirma la validez del modelo propuesto mediante la presentación y comparación de datos experimentales con los obtenidos a partir de la simulación del bloque de tierra y su comportamiento térmico. Tras seleccionar el suelo óptimo, se siguieron los procedimientos de elaboración del adobe según norma, que destaca la necesidad de utilizar fibras naturales para estabilizar la mezcla. La revisión bibliográfica y la metodología propuesta buscan sentar las bases para futuras investigaciones sobre adobe sostenible, considerando que la construcción con tierra constituye una parte importante del patrimonio cultural y técnico de la región andina, así como una alternativa económica y ecológica viable.

Según Miranda et al., (2022) su artículo "Valoración inicial de las propiedades de la goma de nopal como posible aditivo en la conservación de edificaciones de adobe". Este estudio explora un uso singular de la goma de nopal (*Opuntia ficus*) como ingrediente natural para mejorar las cualidades del adobe, en particular su resistencia y durabilidad. Debido a su susceptibilidad al daño por agua, las estructuras de adobe requieren métodos de conservación rentables y a largo plazo, y esta investigación exploró el potencial de este material como una alternativa viable. Para estudiar los efectos de la goma de nopal deshidratada y en polvo sobre las propiedades físicas del adobe, los investigadores prepararon muestras cúbicas de suelo en un laboratorio controlado, a las que se les añadió diferentes cantidades de goma de nopal. El objetivo era determinar si esta goma mejoraba las propiedades del adobe, por lo que se llevaron a cabo una serie de experimentos. Se analizaron las características estructurales y la capacidad de absorción del material, como la retención de humedad, la capilaridad y la resistencia a la compresión, después de incorporar el aditivo. Los resultados obtenidos sugieren que la goma de nopal redujo la absorción de agua del adobe, mejorando su resistencia a la compresión y disminuyendo



su capilaridad. En regiones con climas húmedos, que son comunes en muchas áreas donde se usan construcciones de adobe, la mayor retención de agua y la menor capilaridad son factores clave para la conservación de estos materiales. Los resultados de este estudio respaldan la idea de que la goma de nopal podría ser una herramienta invaluable para la conservación de estructuras históricas de adobe. La capacidad de la goma de nopal para mantener unidas las partículas de adobe incluso en ambientes muy húmedos abre nuevas vías para la preservación y restauración de edificios históricos. Con el fin de aumentar la durabilidad del adobe y contribuir a la sostenibilidad de las operaciones de restauración arquitectónica, este estudio sienta una base sólida para futuras investigaciones sobre el uso de materiales naturales y de fácil acceso como estabilizadores.

Según Salcedo et al. (2021) Su revista "Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia)". Las comunidades rurales de América Latina y Colombia poseen una rica historia y cultura intrínsecamente ligadas a los procesos constructivos tradicionales con adobe. La construcción en zonas rurales, donde los materiales de construcción convencionales presentan limitaciones económicas y geográficas, ha dependido tradicionalmente de este material debido a su accesibilidad, durabilidad y propiedades térmicas. Muchas comunidades han continuado utilizando el adobe porque valoran su historia y sus beneficios prácticos por encima de alternativas más contemporáneas, especialmente ante la tendencia hacia la industrialización. El adobe es más que un simple material de construcción; es una representación de la herencia familiar que encarna la tenacidad y el conocimiento de épocas pasadas. Como símbolo de resistencia frente a las fuerzas de la modernización que buscan erradicar prácticas culturales ancestrales, esta asociación con el adobe adquiere un significado simbólico. El estudio de la construcción con adobe en las localidades de Nunchía y Pore, en el departamento de Casanare, donde esta tradición aún pervive, se realizó con el objetivo de rendir homenaje a este importante patrimonio y preservarlo. Se llevó a cabo una revisión detallada de los usos actuales del adobe,

utilizando una metodología que incluyó la observación directa de diversas construcciones. Se examinaron las cualidades mecánicas del adobe, como su resistencia a la compresión, su capacidad de absorción de agua y su durabilidad, a través de fichas técnicas elaboradas a partir de las muestras. Estas fichas se sometieron luego a rigurosas pruebas de laboratorio. Los resultados confirmaron la viabilidad del adobe como material de construcción, demostrando su capacidad para mantenerse útil en diversas condiciones climáticas, al brindar una base científica sólida para evaluar sus propiedades estructurales. El estudio también se enriqueció con entrevistas y encuestas realizadas a artesanos y expertos locales, quienes generosamente compartieron su experiencia sobre los métodos tradicionales de fabricación de adobe, lo que permitió profundizar aún más en la investigación. Sin embargo, los aspectos técnicos fueron secundarios frente al objetivo principal de esta investigación: visibilizar el adobe como un patrimonio cultural en riesgo de extinción. Es crucial reconocer la importancia de estos procedimientos tradicionales como parte de la historia e identidad de la comunidad, especialmente en una época en la que los métodos de construcción industrializados y los materiales estandarizados están reemplazando gradualmente estos saberes. Preservar los métodos tradicionales de fabricación del adobe no solo es una forma de honrar la sabiduría ancestral, sino también de mantener viva una solución constructiva que está profundamente arraigada en la historia y cultura de la región. A través de este estudio, buscamos asegurar que el adobe se siga utilizando de manera responsable y sostenible en los años venideros, protegiendo no solo su valor práctico, sino también su significado cultural y arquitectónico.

2.1.2 Antecedente Nacional.

Según Pajuelo (2023) su tesis "Diseño de adobe estabilizado con mucílago, para uso de muros en viviendas de las comunidades del distrito de Huari – 2022". El objetivo principal de este estudio fue analizar cómo el mucílago de nopal afecta las propiedades físicas y mecánicas del adobe estabilizado. A través de un diseño cuasiexperimental, se buscó determinar si este ingrediente natural podía mejorar la resistencia y la capacidad de



absorción del adobe, y de qué manera lo hacía. La idea principal es que el mucílago estabiliza el adobe, haciéndolo más resistente y duradero, lo que podría contribuir a prácticas de construcción más sostenibles y a la preservación de edificios antiguos. Para ello, se utilizaron 50 bloques de adobe, analizando 6 unidades por cada porcentaje de mucílago de nopal añadido, lo que permitió estudiar a fondo los cambios en las propiedades físicas del material. Además, se realizaron pruebas de laboratorio para respaldar las teorías planteadas en la metodología. Los resultados mostraron que el adobe estabilizado con mucílago de nopal mejoró de manera significativa sus características. La incorporación de mucílago a los bloques de adobe incrementó significativamente su resistencia a la compresión, alcanzando $13,22 \text{ kg/cm}^2$ en el patrón base, $17,07 \text{ kg/cm}^2$ con un 9 % de mucílago y $19,20 \text{ kg/cm}^2$ con un 12 % de mucílago. Esto representa una mejora significativa con respecto al adobe tradicional. La resistencia a la compresión pasó de $4,67 \text{ kg/cm}^2$ en el patrón base a $6,54 \text{ kg/cm}^2$ con un 9 % de mucílago, y a $8,45 \text{ kg/cm}^2$ con un 12 % de mucílago en las pilas de adobe, lo que indica un claro fortalecimiento de la estructura del material. Esta investigación demuestra que el mucílago de nopal mejora la resistencia mecánica del adobe, convirtiéndolo en un material de construcción más resistente. El mucílago de nopal añadido a la mezcla no solo la hizo más resistente, sino que también mostró un buen desempeño en las pruebas de absorción y succión. El porcentaje de absorción de la muestra base fue del 18,31%, pero tras la adición de mucílago al 9% y al 12%, los resultados disminuyeron al 14,24% y al 12,56%, respectivamente, lo que demuestra que la capacidad de absorción de agua del adobe se redujo. Para la muestra base, los valores de succión fueron de $19,97 \text{ g/min/200 cm}^2$. Sin embargo, al tratarla con mucílago al 50% y al 100%, la succión disminuyó a $18,92 \text{ g/min/200 cm}^2$ y $12,59 \text{ g/min/200 cm}^2$, respectivamente. Esto indica que el material es más resistente a la penetración del agua. Los resultados muestran que el mucílago de nopal aumenta la resistencia mecánica y la resistencia a la humedad del adobe, propiedades importantes para su uso en condiciones climáticas adversas y para su durabilidad. Finalmente, el mucílago de la tuna es un excelente sustituto de la cal tradicional para



mejorar la resistencia y la capacidad de retención de humedad del adobe, lo que aumenta el potencial del material como material de construcción ecológico.

Según Sánchez (2023) su tesis "Hojas secas de tara y mucílago de penca de tuna y su influencia en la resistencia a la flexión y absorción del adobe, Huánuco 2023". Para comprender cómo el mucílago del nopal y las hojas secas de tara afectan el comportamiento mecánico e hídrico del adobe, esta tesis emplea un método cuantitativo y explicativo. El estudio comparó el desempeño del adobe convencional con el del adobe modificado mediante la adición de estos componentes orgánicos, utilizando un enfoque cuasiexperimental. En total, se analizaron 120 muestras de adobe. Un grupo sirvió como control, mientras que a los otros tres grupos se les añadieron cantidades variables de hojas secas de tara y mucílago de nopal, expresadas en porcentajes respecto al peso seco de la mezcla: 0.3% y 3%, 0.5% y 5%, y 0.8% y 8%, respectivamente. Para evaluar ambas características de manera precisa y equitativa, se dividió el número total de muestras por la mitad, utilizando una mitad para la prueba de resistencia a la flexión y la otra mitad para la prueba de absorción. Los resultados muestran que los adobes son mucho más efectivos cuando se les añaden hojas secas de tara y mucílago de nopal. En comparación con el adobe común, que tenía una resistencia a la flexión promedio de $3,70 \text{ kg/cm}^2$, los adobes modificados presentaron un valor promedio significativamente mayor de $5,80 \text{ kg/cm}^2$. Las propiedades adhesivas del mucílago de nopal y la capacidad de refuerzo de las hojas de tara, que actúan como microfibras, contribuyen a la cohesión interna del material, lo que explica este aumento. De igual manera, los resultados de la prueba de absorción revelaron que el porcentaje promedio de retención de agua en los adobes con aditivos fue del 9,44 %, significativamente menor que en el adobe típico (12,81 %). Dado que el agua es una de las principales causas de deterioro en las estructuras de tierra, esta disminución es fundamental para lograr que los adobes sean más resistentes a este elemento. Finalmente, los resultados del análisis estadístico confirman la significancia de estos hallazgos. La hipótesis de que la combinación de hojas secas de tara y mucílago de nopal mejora la



capacidad estructural del adobe se vio respaldada por la diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la flexión del adobe tratado con aditivos en comparación con el adobe de control ($t = 6,923$; $p = 0,001 < 0,05$). Como resultado de estas adiciones, también se obtuvo un polímero más estable y resistente al agua, lo que redujo considerablemente el porcentaje de absorción. Finalmente, estos materiales totalmente naturales ofrecen una manera viable, accesible y altamente eficiente de mejorar las cualidades del adobe, lo que podría dar lugar a nuevas e interesantes aplicaciones para este material de construcción en viviendas económicas, zonas rurales y proyectos de conservación histórica.

Según Patricio (2021) su tesis "Aplicación de la savia de cactus para mejorar las propiedades del adobe en el distrito de Yanas, Huánuco, 2021". El objetivo principal de esta investigación fue estudiar cómo la savia de cactus afectó en 2021 la calidad de los adobes en la región de Yanas, Huánuco, Perú. El propósito de este proyecto de investigación práctica cuasiexperimental, del cual este estudio formó parte, fue examinar cómo este ingrediente natural alteró las propiedades mecánicas e higroscópicas del adobe. Se incluyeron en la población de estudio todos los adobes de la región de Yanas que cumplieran con las dimensiones de 45 x 15 x 15 cm, y se utilizaron 60 de estos adobes como muestras. La selección de estos adobes fue crucial para realizar una evaluación precisa del efecto de la savia de cactus en la absorción y las cualidades estructurales del material, considerando las tradiciones constructivas de la zona. A los participantes del estudio se les entregaron adobes elaborados con un 35 % de savia de cactus, lo que mejoró notablemente las propiedades del material en comparación con el grupo de control. Los resultados fueron sorprendentemente buenos: 83,88 kg/cm² de resistencia a la compresión, 24,7 kg/cm² de resistencia a la flexión y una reducción del 3,74 % en la absorción de agua. Estos hallazgos demuestran que la savia de cactus mejora la capacidad estructural y la durabilidad del adobe, haciéndolo más resistente tanto a la flexión como a la compresión, y con mayor capacidad para resistir la humedad, un factor

crucial para las construcciones de adobe que se exponen a cambios climáticos. Nunca se debe subestimar el poder del agua para ajustar la trabajabilidad y las cualidades finales de una mezcla de adobe. Debido a la importancia de mantener la cohesión y la flexibilidad del adobe, se controla la cantidad de agua necesaria para mezclarla con la savia de cactus, lo que mejora las propiedades mecánicas del material. La investigación reveló que la savia de cactus puede mejorar la resistencia estructural del adobe y preservar construcciones antiguas. Además, es un método sostenible y accesible para aumentar la calidad del adobe en la construcción de viviendas rurales. Los resultados de este estudio ofrecen nuevas oportunidades para mejorar los materiales de construcción locales mediante la aplicación de recursos naturales, lo que puede conducir a soluciones más sostenibles y rentables para la industria de la construcción en zonas rurales.

Según Cuba y Rodríguez (2021) su tesis "Aplicación de la savia de cactus san pedro como aditivo natural y su influencia en la impermeabilización del adobe estabilizado, Huarochirí, 2021". El objetivo principal de esta investigación fue estudiar la eficacia de la savia del cactus San Pedro, un aditivo natural, para mejorar la impermeabilidad del adobe estabilizado. Esto se logró a través de un estudio exhaustivo del suelo, analizando la distribución del tamaño de partículas y desarrollando una dosis específica de savia para añadir a la mezcla de adobe. El estudio se basó en una metodología cuantitativa y utilizó un diseño experimental que buscaba describir el fenómeno investigado. Para evaluar las propiedades mecánicas y de absorción del adobe, se realizaron experimentos de laboratorio siguiendo las normas E-080 y ASTM C-67, lo que garantizó la fiabilidad de los datos obtenidos. Gracias a la sólida información numérica recopilada, fue posible evaluar la eficacia de la savia de cactus para mejorar la impermeabilidad del adobe. Las muestras de adobe con el aditivo y las que no lo tenían mostraron diferencias significativas en los resultados de las pruebas de compresión, flexión y absorción. Las pruebas de compresión demostraron que las muestras tratadas con el aditivo eran más resistentes que las de control. Por ejemplo, 12,90 kg/cm² para el adobe sin aditivos (0%), 14,63 kg/cm² para el



5% de savia, $11,55 \text{ kg/cm}^2$ para el 10% y $10,77 \text{ kg/cm}^2$ para el 15%. Según estos resultados, la resistencia a la compresión puede mejorarse añadiendo savia de cactus en concentraciones específicas, siendo el 5% la concentración que mostró los mejores resultados. Los resultados de la prueba de flexión mostraron diferentes concentraciones de savia: $8,05 \text{ kg/cm}^2$ para el control sin aditivos, $8,86 \text{ kg/cm}^2$ para el 5% de savia, $6,88 \text{ kg/cm}^2$ para el 10% de savia y $6,45 \text{ kg/cm}^2$ para el 15% de savia. Las muestras con aditivos superaron al adobe típico, aunque la resistencia a la flexión disminuyó ligeramente al aumentar la concentración de savia. Una medida importante de la impermeabilidad del adobe es la absorción de agua, y la adición de savia del cactus San Pedro mejoró significativamente los resultados en este aspecto. Las muestras sin adición de savia presentaron un porcentaje de absorción del 20,38%; sin embargo, las muestras con 5%, 10% o 15% de savia mostraron una tendencia decreciente en la absorción, con concentraciones del 18,20%, 17,14% y 15,87%, respectivamente. Estos resultados demuestran que la savia del cactus mejora las propiedades hidrófugas del adobe, lo que significa que este ingrediente totalmente natural podría ser un buen sustituto para el aumento artificial de dichas propiedades. En conclusión, la investigación muestra que el adobe estabilizado se impermeabiliza mejor con savia del cactus San Pedro que con adobe tradicional, lo que abre nuevas oportunidades para el uso de adobe estabilizado en construcciones sostenibles adaptables a diferentes climas.

2.1.3 Antecedentes locales.

Según Puma (2022) su tesis "Evaluación del comportamiento físico y mecánico del adobe con la incorporación del mucílago de huaraco en Macusani - Puno, 2021". La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar la influencia del mucílago de huaraco en el comportamiento físico y mecánico del adobe estabilizado, comparado con el adobe convencional. El estudio se enmarca dentro de una investigación aplicada con un enfoque cuasi experimental, cuyo propósito fue comprobar las hipótesis planteadas respecto a cómo la incorporación de mucílago de huaraco podría mejorar las propiedades



del adobe, especialmente en lo que respecta a la resistencia a compresión, absorción y succión. La población para este estudio fue indeterminada, y se seleccionó una muestra de 123 unidades de adobe: 41 de ellas fueron convencionales, y 82 fueron diseñadas con adición de mucílago de huaraco en dos porcentajes: 50% y 100% (41 unidades de cada uno). Los resultados de los ensayos de laboratorio confirmaron la hipótesis de que el mucílago de huaraco tiene un efecto positivo en las propiedades estructurales y de impermeabilidad del adobe. Los ensayos de compresión, flexión, absorción y succión mostraron una mejora significativa en las características físicas y mecánicas del adobe estabilizado con mucílago de huaraco. En la prueba de resistencia a la compresión, los bloques de adobe convencional alcanzaron un valor promedio de $9,93 \text{ kg/cm}^2$, mientras que aquellos con el 50% de mucílago de huaraco llegaron a $17,98 \text{ kg/cm}^2$, y los de 100% de mucílago alcanzaron $21,99 \text{ kg/cm}^2$. Esta mejora en la resistencia estructural también se reflejó en las pruebas realizadas con pilas de adobe, donde el patrón convencional obtuvo $1,90 \text{ kg/cm}^2$, mientras que las muestras con 50% y 100% de mucílago lograron $2,87 \text{ kg/cm}^2$ y $5,54 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente, lo que muestra una notable mejora en la capacidad de soportar cargas. En cuanto a las propiedades de absorción y succión, que son clave para evaluar la durabilidad del adobe en condiciones de humedad, también se observaron mejoras. El porcentaje de absorción en el adobe convencional fue de 21,54%, mientras que con el 50% de mucílago de huaraco se redujo a 21,10%, y con el 100%, la absorción bajó a 19,89%. Esto sugiere una ligera pero significativa mejora en la capacidad del adobe para resistir la absorción de agua, lo que aumenta su durabilidad en condiciones climáticas adversas. En cuanto a la succión, el adobe convencional presentó un valor de $19,97 \text{ g/min}/200 \text{ cm}^2$, mientras que con el 50% de mucílago la succión fue de $18,92 \text{ g/min}/200 \text{ cm}^2$, y con el 100% de mucílago, la succión se redujo aún más a $12,59 \text{ g/min}/200 \text{ cm}^2$. Estos resultados demuestran que la adición de mucílago de huaraco mejora la impermeabilidad del adobe, reduciendo la cantidad de agua que el material puede absorber y, por ende, extendiendo su vida útil. En conclusión, la incorporación de mucílago de huaraco en la fabricación de adobe estabilizado es una alternativa eficaz para mejorar las



propiedades estructurales y de resistencia a la humedad, lo que puede contribuir a la sostenibilidad y durabilidad de las construcciones de adobe.

Según Blanco (2021) su tesis "Aporte estructural del adobe aplicando mucílago líquido vegetal de Cactus, Moho, Puno, 2021". El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el incremento estructural del adobe mediante la aplicación de mucílago líquido vegetal de cactus, realizado en la región de Moho, Puno, en el año 2021. La investigación adoptó una metodología aplicada, con un diseño experimental, un nivel explicativo y un enfoque cuantitativo. La población estudiada estuvo compuesta por los adobes elaborados en la parcialidad de Putina – Cucho, y la muestra fue de un total de 60 unidades de adobe, que fueron sometidas a pruebas rigurosas para evaluar las mejoras en las propiedades mecánicas del material. El mucílago líquido vegetal de cactus se utilizó en diferentes proporciones (25%, 50% y 75%) para observar su efecto sobre la resistencia a la compresión y la resistencia estructural del adobe, comparando los resultados con los del adobe convencional sin aditivos. Los resultados obtenidos revelaron incrementos significativos en la resistencia estructural del adobe con la adición de mucílago de cactus. En el ensayo de resistencia a la compresión, las proporciones de 25%, 50% y 75% de mucílago líquido vegetal de cactus mostraron mejoras del 35.44%, 46.84% y 53.16%, respectivamente, en comparación con el adobe tradicional. Este aumento en la resistencia a la compresión sugiere que el mucílago tiene un efecto positivo en la cohesión interna del material, mejorando su capacidad para soportar cargas y tensiones. De igual forma, en las pruebas de resistencia de compresión de los prismas de albañilería, los incrementos fueron del 13.01%, 20.73% y 28.46% según la cantidad de mucílago, lo que demuestra que este aditivo también mejora la resistencia global del adobe en aplicaciones de albañilería. En general, la investigación concluye que la aplicación de mucílago líquido de cactus en el adobe produce un aumento significativo en su resistencia estructural, con un incremento máximo del 53.16% en la resistencia a la compresión axial con una proporción de 75% de mucílago, en comparación con el adobe convencional. De manera similar, la resistencia a



la compresión axial de las pilas de adobe experimentó un aumento del 28.46% en las muestras con mayor concentración de mucílago, lo que confirma que este aditivo mejora notablemente la estabilidad y durabilidad del adobe frente a la humedad y las cargas. Estos resultados destacan el potencial del mucílago de cactus como un estabilizante natural, ofreciendo una solución accesible y sostenible para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, particularmente en la construcción de viviendas rurales y en la preservación de estructuras tradicionales.

Según Canaza (2021) su tesis "Evaluación de las propiedades mecánicas del adobe convencional incorporando ceniza de tallo de quinua, Arapa – Azángaro – Puno, 2021". La construcción tradicional con adobe es común en las zonas rurales, y este estudio se propuso determinar si sería posible mejorar sus características mecánicas mediante la adición de un ingrediente natural, como la ceniza de tallo de quinua. El uso de la ceniza de tallo de quinua en el adobe no se ha estudiado a fondo, a pesar del creciente número de investigaciones sobre alternativas. Este estudio tiene como objetivo demostrar cómo un ingrediente completamente natural puede mejorar el rendimiento y la calidad del adobe, resultando en construcciones más resistentes y duraderas. El propósito principal es determinar si este aditivo mejora las propiedades mecánicas del adobe común, comparar su rendimiento con el de bloques sin el aditivo y confirmar que el adobe modificado cumple con los requisitos para la construcción. Como parte de los métodos experimentales utilizados en esta investigación, se realizaron pruebas de resistencia a la compresión, flexión y absorción de agua en las muestras de adobe. Los bloques con ceniza de tallo de quinua y los que no la contenían fueron sometidos a pruebas por separado. Los resultados mostraron que este aditivo natural mejoró las características mecánicas del adobe, haciéndolo más resistente a las cargas y tensiones al aumentar su resistencia tanto a la compresión como a la flexión. Además, los bloques de adobe tratados con este aditivo absorbieron menos agua, lo que augura una mayor durabilidad del material en todo tipo de clima, ya que indica una mayor impermeabilidad. Finalmente, los resultados de las pruebas

confirmaron que la estabilización del adobe mediante ceniza de tallo de quinua es una opción viable. La ceniza de tallo de quinua tiene la capacidad de mejorar significativamente las cualidades físicas del adobe sin necesidad de costosos aditivos químicos; además, es un material económico y de fácil acceso. Se requiere investigación adicional sobre este ingrediente natural para demostrar su eficacia a mayor escala y promover su uso en el sector de la construcción sostenible, debido a su bajo costo y sus efectos positivos en la resistencia y durabilidad del adobe. Al destacar el potencial de los materiales naturales para mejorar los materiales de construcción convencionales, este estudio abre el camino a prácticas de construcción más ecológicas y rentables.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Adobe tradicional*

El adobe tradicional, uno de los materiales de construcción más antiguos y omnipresentes del mundo, se ha utilizado durante mucho tiempo en climas cálidos y secos, particularmente en las zonas áridas de Asia Central, África del Norte, Oriente Medio y América Latina. Jorge y Rojas (2018). En particular, en la región andina, el adobe ha sido utilizado por siglos debido a sus propiedades térmicas y de aislamiento Flores et al., (2020). Este material es elaborado a partir de la mezcla de tierra (principalmente arcilla y arena), agua y, en muchos casos, materiales orgánicos como la paja, que actúan como estabilizantes y refuerzos naturales López & Sánchez (2019).

2.2.1.1 Variantes de Adobe Tradicional en la Región Andina

Aunque el término "adobe" se refiere generalmente a un tipo de material específico, en diversas regiones existen variantes locales que dependen de las condiciones del suelo, el clima y las tradiciones de construcción de cada comunidad Ramírez (2017). En la región andina, por ejemplo, existen variantes que se diferencian principalmente en la composición de los suelos y la proporción de aditivos orgánicos como paja, hierba, estiércol o incluso resinas vegetales Quispe & Huamán (2021).

En la provincia de Lampa, en el sur del Perú, los adobes pueden variar según la proporción de arcilla, arena y otros materiales. En esta zona, los suelos son ricos en arcillas expansivas que, al mezclarse con la arena y paja, pueden producir bloques de adobe con mayor capacidad de retención de humedad, lo que afecta tanto a su durabilidad como a su aislamiento térmico Mamani & Choque, (2020).

Estudios recientes han identificado que, en el contexto andino, las variantes regionales de adobe incluyen, por ejemplo, el uso de paja de quinua, que se ha demostrado mejora la flexibilidad y la resistencia del bloque de adobe Gómez et al., (2022). La inclusión de fibras vegetales locales también contribuye a mejorar la cohesión interna del material, evitando grietas y fisuras que pueden surgir durante el secado o la exposición a cambios térmicos Vargas & Paredes, (2019).

2.2.1.2 Composición del Adobe Tradicional

La composición del adobe tradicional es una de las claves para comprender sus peculios físicas y mecánicas Delgado et al., (2018). El adobe está combinado principalmente por arcilla, arena y materiales orgánicos como la paja, que cumplen funciones específicas en la mezcla:

- **Arcilla:** Es el componente principal del adobe, proporcionando cohesión al bloque. Las arcillas contienen minerales finos que, al mezclarse con agua, forman una pasta pegajosa que se adhiere bien a otras partículas, creando un material que, al secarse, mantiene su forma. La cantidad de arcilla en la mezcla influye directamente en la plasticidad, la resistencia y la impermeabilidad del adobe Serrano & Aguilar, (2017).
- **Arena:** La arena actúa como un agregante que mejora la trabajabilidad y la estabilidad estructural del adobe. La arena gruesa reduce la plasticidad de la mezcla, evitando que el adobe se deforme demasiado y ayudando a que se seque de manera más uniforme Navarro et al., (2021).
- **Materiales orgánicos (paja, hierba, estiércol):** Estos materiales no solo mejoran la cohesión entre las partículas, sino que también permiten que el adobe sea más flexible

y menos propenso a fisurarse durante el secado. La paja, en particular, proporciona una estructura fibrosa que refuerza el bloque y lo hace más resistente al agrietamiento Torres & Lazo, (2019).

2.2.1.3 Aditivos Naturales en el Adobe

La incorporación de aditivos naturales como el mucílago de huaraco y la savia de cactus es una práctica que está comenzando a recibir atención debido a sus potenciales beneficios en la mejora de cualidades mecánicas y fisicoquímicas del adobe Chura & Ramos, (2022). La introducción de estos aditivos tiene varias ventajas, que incluyen:

- **Aumento de la cohesión interna:** El mucílago actúa como un aglutinante que mejora la unión de las partículas de arcilla y arena, lo que podría resultar en una mayor resistencia a la compresión y menor tendencia a la fisuración Vilca et al., (2020).
- **Mejora de la impermeabilidad:** Tanto el mucílago como la savia de cactus tienen propiedades hidrofóbicas, lo que podría ayudar a reducir la absorción de agua por parte del adobe, mejorando su desempeño en condiciones de alta humedad Carrillo & Peña, (2019).
- **Reducción de fisuras:** Al mejorar la flexibilidad del adobe, estos aditivos pueden ayudar a prevenir la formación de grietas durante el secado o la exposición a cambios de temperatura, lo que aumenta la durabilidad de los bloques Huanca et al., (2021).

2.2.1.4 Tipos de adobe

Adobe tradicional:

De acuerdo a Romero et al. (2017), El adobe tradicional es un tipo de mampostería hecha de ladrillos de barro secados al sol. El primer paso consiste en mezclar arcilla, arena, agua y, a veces, fibras vegetales como la paja para formar una pasta. Esta mezcla se seca al sol después de verterla en moldes. Una vez listos los ladrillos, se apilan y se unen con barro. Las construcciones de adobe son excelentes para conservar el calor, lo que mantiene una temperatura interior más estable al retenerlo durante el día y liberarlo gradualmente por la noche. Además, el adobe es un material duradero y económico, ya

que sus componentes son fáciles de conseguir. Sin embargo, su uso en la construcción presenta algunos inconvenientes. Por ejemplo, puede dañarse con la lluvia y requiere reparaciones constantes.

Figura 1

Adobe tradicional



Adobe compactado:

El adobe comprimido es el método moderno para fabricar ladrillos más resistentes mediante la compactación de tierra y otros elementos. Esto es posible gracias a una tecnología especializada. A diferencia del adobe tradicional, que se seca al sol, el adobe compactado se fabrica con máquinas hidráulicas que aplican presión a la mezcla, mejorando su uniformidad y resistencia. Este método ofrece ventajas como mayor durabilidad, eficiencia en el tiempo y en el uso de mano de obra, aunque puede requerir maquinaria especializada y capacitación. Benites (2017).

Figura 2*Adobe Compactado***Adobe estabilizado:**

El adobe estabilizado se produce añadiendo estabilizantes como cemento, cal o ceniza volcánica a la mezcla de tierra, lo que mejora su resistencia y durabilidad. El adobe tradicional presenta inconvenientes inherentes, como su vulnerabilidad a la erosión pluvial, que este método busca solucionar. Los estabilizadores hacen que la mezcla sea más cohesiva y menos absorbente de agua, lo que aumenta la durabilidad de los bloques. Incorporar la estabilización al proceso de elaboración del adobe incrementa la resistencia del material a las inclemencias del tiempo, manteniendo a la vez su sostenibilidad y capacidad de aislamiento térmico. Se utiliza en aplicaciones de construcción más exigentes, como viviendas y edificios comerciales. Según Benites (2017), el adobe estabilizado es una versión mejorada del adobe tradicional, que incorpora aditivos y materiales estabilizantes para superar las limitaciones del adobe simple, como su baja resistencia mecánica y vulnerabilidad a la humedad. Según la Norma Técnica Peruana E.080, que regula el diseño y construcción con tierra para albañilerías, el adobe estabilizado es aquel que contiene, además del suelo natural, componentes añadidos

como cemento, cal, emulsiones asfálticas, o fibras sintéticas, con el fin de mejorar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas.

Este tipo de adobe debe cumplir con requisitos específicos de composición granulométrica, mezclas y proporciones indicadas en la norma, que establecen concentraciones típicas de cemento entre 4% y 15% en peso respecto al suelo seco, así como la inclusión de fibras de polipropileno que aumentan notablemente la resistencia a la compresión y la durabilidad del material. Estas adiciones confieren al adobe mayor estabilidad dimensional, capacidad de absorción de agua reducida y resistencia frente a agentes climáticos, permitiendo su uso en construcciones más seguras, duraderas y adaptadas a zonas sísmicas.

Figura 3

Adobe Estabilizado.



2.2.1.5 Propiedades del adobe

Numerosas culturas alrededor del mundo lo han utilizado. Debido a que está compuesto de diversos materiales orgánicos, como paja o fibras vegetales, posee varias propiedades que lo convierten en un excelente material de construcción, especialmente en zonas áridas o semiáridas. De La Peña (2015) afirma que desde hace mucho tiempo se



sabe que el adobe es un buen material por su durabilidad, fácil acceso y eficiencia energética.

- ❖ **Aislamiento térmico:** El adobe es un material excelente para mantener la temperatura en edificios y otros espacios cerrados, gracias a su gran capacidad de retención del calor. Debido a su elevada masa térmica, las paredes de adobe pueden retener el calor durante el día y liberarlo gradualmente por la noche, o viceversa. Este fenómeno ayuda a amparar una temperatura interior constante, lo que reduce la carga sobre los sistemas de climatización y disminuye los gastos energéticos (Vargas et al., 2019). Diversos estudios demuestran que las construcciones de adobe pueden proporcionar mayor confort en climas extremos, tanto de calor como de frío. En verano, mantienen el frescor, y en invierno, el calor. Esta capacidad de habitual la temperatura también se debe a las propiedades porosas del adobe, que actúan como un aislante natural. Esta peculiaridad es especialmente relevante en regiones de gran altitud o en zonas donde las variaciones térmicas diarias son marcadas.
- ❖ **Sostenibilidad:** El adobe se considera un material altamente sostenible, ya que está hecho principalmente de materiales naturales, como tierra, arcilla y arena, que son fácilmente disponibles en muchas regiones del mundo. Su proceso de fabricación no requiere el uso de altos niveles de brío ni la expresión de grandes aumentos de gases de efecto invernadero, lo que lo convierte en una opción respetuosa con el medio ambiente en cotejo con otros materiales de construcción industriales Guzmán et al., (2021). La sostenibilidad del adobe no solo se refleja en su bajo impacto ambiental durante su producción, sino asimismo en su capacidad para ser reciclado o reutilizado al final de su vida útil, lo que contribuye a la economía circular. Este tipo de construcción promueve la reducción de residuos y el aprovechamiento de materiales locales, evitando la dependencia de materiales importados y la huella de carbono asociada con su transporte.
- ❖ **Disponibilidad de materiales:** Una de las ventajas más importantes del adobe es la disponibilidad local de sus materiales. Componentes principales como la arcilla y la

arena se pueden encontrar comúnmente en muchas regiones del mundo, lo que hace que su producción sea accesible y económica. En áreas rurales o de difícil acceso, el uso de adobe ayuda a reducir los costos de transporte y los gastos relacionados con materiales de construcción industrializados Molina et al., (2020). Esta disponibilidad local también facilita la autoconstrucción y fomenta la participación comunitaria, lo cual es especialmente relevante en lugares donde el acceso a materiales comerciales es limitado o costoso. Además, la capacidad del adobe para adaptarse a diferentes tipos de suelos y climas lo hace un material versátil y adecuado para todo tipo de construcciones, desde viviendas hasta edificios más grandes.

- ❖ **Durabilidad:** Aunque el adobe tradicional es sensible a la humedad y a ciertos factores climáticos, las estructuras de adobe pueden ser extremadamente duraderas si se construyen y mantienen de la manera correcta. La durabilidad del adobe depende de varios factores, como la calidad de los materiales, la técnica utilizada para su fabricación y, sobre todo, la protección contra la humedad. En climas secos o semiáridos, el adobe puede perdurar durante siglos si se mantiene adecuadamente, como lo demuestran las muchas estructuras de adobe antiguas que todavía se conservan en distintas partes del mundo Hernández et al., (2018). Para asegurar su durabilidad, es fundamental que el adobe se mezcle correctamente y que se utilicen aditivos naturales como el mucílago de huaraco o la savia de cactus, los cuales pueden mejorar la resistencia del material a la humedad y reducir el riesgo de desintegración. Además, en algunos casos, el uso de techos cubiertos y revestimientos de barro sobre las paredes de adobe ayuda a evitar la penetración de agua, lo que incrementa notablemente la vida útil de las construcciones.
- ❖ **Versatilidad:** Su flexibilidad en el diseño es una de las razones por las que ha sido utilizado durante siglos en todo el mundo, tanto en viviendas como en grandes edificios comerciales o religiosos. La plasticidad del adobe permite su modelado en diferentes formas y tamaños, lo que facilita su integración en diversos estilos arquitectónicos Martínez et al., (2022). El uso de formas curvas, techos inclinados y elementos

decorativos es común en las construcciones de adobe, lo que permite que este material sea adaptado a las necesidades culturales y estéticas de cada región. Además, el adobe también es compatible con técnicas de construcción modulares, lo que facilita su uso en proyectos de expansión progresiva o en comunidades que buscan soluciones de vivienda asequible.

- ❖ **Acústica:** Finalmente, otra propiedad importante del adobe tradicional es su capacidad para mejorar la acústica de los espacios interiores. Los muros de adobe son naturalmente porosos y densos, lo que contribuye a la reducción de ruidos externos. Esta capacidad de absorción acústica hace que las construcciones de adobe sean ideales para crear espacios tranquilos y confortables, especialmente en áreas urbanas ruidosas o en viviendas situadas cerca de fuentes de ruido López et al. (2019). Además, la capacidad del adobe para reducir la reverberación y los ecos en el interior de los edificios mejora la calidad del sonido en el espacio. Esto es particularmente importante en auditorios, teatros y otros lugares donde la acústica es crucial.

2.2.1.6 Características del adobe

El adobe tradicional posee varias cualidades deseables que lo convierten en un material de construcción costoso en zonas ricas en recursos naturales. El hecho de que esté compuesto principalmente de ingredientes naturales como tierra, arena, agua y, ocasionalmente, añadidos orgánicos como la paja, es uno de sus mayores atractivos. Rivera (2021). Estos componentes no solo son fácilmente accesibles y renovables, sino que también contribuyen a que el adobe sea una opción sostenible y respetuosa con el medio ambiente Gama (2012).

En cuanto a sus beneficios, destaca la alta capacidad de aislamiento térmico del adobe. Las casas con paredes de adobe proporcionan una regulación de temperatura más constante y agradable durante todo el día gracias a su capacidad para absorber y disipar el calor lentamente. Hurtado (2020). Esta propiedad es especialmente beneficiosa en zonas con grandes fluctuaciones térmicas, ya que reduce la necesidad de sistemas de calefacción o refrigeración artificiales López & Sánchez, (2019).



Una construcción de adobe bien hecha puede no ser tan resistente como los materiales modernos como el hormigón armado, pero puede durar mucho tiempo. Los aditivos naturales y ciertos métodos de construcción pueden hacerla aún más resistente, lo que la convierte en una buena opción para una amplia variedad de edificaciones. Puma (2022).

La versatilidad del adobe también es un atributo clave, ya que permite su uso en una amplia variedad de estilos arquitectónicos y tipos de estructuras, desde viviendas tradicionales en zonas rurales hasta edificios comerciales y modernos Ramírez, (2017). Su adaptabilidad a diferentes contextos culturales y funcionales lo hace un material ideal para una gran diversidad de necesidades Torres & Lazo, (2019).

Otro factor que favorece el uso del adobe es su bajo costo. Los materiales básicos para la fabricación del adobe son generalmente asequibles y están disponibles en muchas regiones del mundo, lo que hace que la construcción con este material sea económicamente viable. Además, la mano de obra requerida para su producción y construcción es menos especializada y el uso de equipos costosos es mínimo en comparación con otros métodos de construcción Mamani & Choque, (2020).

El adobe también destaca por sus propiedades acústicas naturales, ya que sus paredes son eficaces para reducir la transmisión de ruidos. Esto resulta en un entorno interior más tranquilo y cómodo, lo que lo convierte en un material adecuado para la construcción de viviendas, oficinas y otros espacios donde la intimidad acústica es importante Gómez et al., (2022).

Por último, la estética rústica del adobe es apreciada por su apariencia natural, que aporta un carácter único a las construcciones. Muchas personas valoran su conexión con la naturaleza y su capacidad para integrarse armoniosamente con el entorno, lo que lo convierte en una opción de elección para quienes buscan un diseño arquitectónico que respete los elementos del paisaje y la tradición Flores et al., (2020).

2.2.2 Suelo (Tierra)

El suelo es un aspecto fundamental en la elaboración de adobe, ya que sus cualidades físicas y químicas influyen en la calidad y durabilidad del producto final. El tipo de suelo afecta la resistencia, flexibilidad y cohesión del adobe. Por ello, es importante utilizar un buen suelo para la fabricación de bloques de adobe que sean duraderos. Un suelo óptimo se caracteriza por una buena cantidad de materia orgánica, junto con arcilla, limo y arena. Esta combinación facilita el crecimiento y la estabilidad de los materiales. Flores et al., (2020).

2.2.2.1 Composición del Suelo para la Fabricación de Adobe

La granulometría, o el estudio de la distribución del tamaño de las partículas, es fundamental para determinar si el suelo posee las propiedades adecuadas para la fabricación de adobes. La cohesión y la resistencia mecánica de los adobes secos y utilizados dependen de la composición del suelo, que debe contener una proporción determinada de arcilla, limo y arena. Houben et al. (2019) determinaron que la composición ideal del suelo para la producción de adobe consiste en un 15-30 % de arcilla, un 10-30 % de limo y un 55-75 % de arena.

- ❖ Arcilla: La arcilla es crucial para proporcionar cohesión y plasticidad al adobe, permitiendo que se pueda moldear fácilmente sin que pierda su forma. No obstante, un exceso de arcilla puede hacer que el adobe se agriete durante el secado debido a su alta retención de agua.
- ❖ Limo: El limo ayuda a flexibilizar el adobe, evitando que sea demasiado quebradizo. También mejora la homogeneidad de la mezcla, permitiendo que las partículas se adhieran mejor entre sí.
- ❖ Arena: La arena es fundamental para proporcionar rigidez al adobe, ayudando a que el bloque sea más resistente a la compresión y a las fisuras durante el secado.

La correcta proporción de estos componentes asegura que el adobe sea duradero y resistente, evitando problemas estructurales a largo plazo.

Materia Orgánica

La materia orgánica, como la paja o el estiércol, es otro componente importante en la fabricación de adobe. Su función principal es mejorar la resistencia a tracción del material y reducir la formación de grietas en los bloques durante el proceso de secado. La materia orgánica actúa como un refuerzo natural, distribuyendo las tensiones internas del adobe, lo que contribuye a una mayor estabilidad estructural McHenry, (2019).

Es crucial no excederse en la cantidad de materia orgánica, ya que en grandes cantidades podría provocar descomposición o la proliferación de microorganismos, lo que afectaría negativamente la integridad del adobe. La fibra orgánica debe ser suficiente para mejorar la elasticidad del adobe sin comprometer su resistencia.

2.2.2.2 Propiedades del Suelo para la Fabricación de Adobe

Plasticidad y Cohesión: La plasticidad del suelo es una de las propiedades más importantes a considerar, ya que determina la facilidad con la que el suelo puede ser moldeado sin que se desintegre o agriete. La plasticidad depende principalmente del contenido de arcilla en el suelo, que es responsable de su capacidad de modelarse sin perder forma. Sin embargo, si el contenido de arcilla es excesivo, el adobe puede volverse propenso a agrietarse al secarse, lo que reduciría su durabilidad.

Para evaluar la plasticidad de un suelo, se recomienda realizar pruebas específicas, como la prueba de la serpiente, en la que el suelo es moldeado en una tira que se enrolla para observar su capacidad de resistencia al agrietamiento Rigassi, (2019).

Pruebas de Idoneidad del Suelo: Existen diversas pruebas que permiten determinar la calidad del suelo para fabricar adobe, y cada una de ellas proporciona información esencial sobre las propiedades del material:

- ❖ **Prueba de Sedimentación:** Esta prueba permite determinar la distribución de partículas del suelo al sumergir una muestra en agua. Esto ayuda a identificar las proporciones de arcilla, limo y arena presentes.
- ❖ **Prueba de Compactación:** Evalúa la densidad máxima que el suelo puede alcanzar cuando es compactado, lo cual es esencial para asegurar la resistencia del adobe final.

- ❖ **Prueba de Cohesión y Plasticidad:** Mediante los ensayos de Atterberg, se evalúan los límites de plasticidad y líquido del suelo. Estos parámetros indican la capacidad del suelo para mantener su forma bajo condiciones de presión o humedad.

2.2.2.3 Impacto del Clima y Condiciones Ambientales

El clima y las condiciones ambientales de la región donde se construye el adobe también tienen una influencia significativa en la elección del suelo. En áreas con alta humedad o lluvias frecuentes, es crucial que el suelo tenga una capacidad adecuada para absorber y liberar agua rápidamente, de modo que el adobe no se degrade debido a la humedad. Fodde (2019) indica que en estas regiones, los suelos con un mayor contenido de arcilla y limo pueden ser más aptos, ya que tienden a ser más resistentes a la humedad.

Adaptación Regional: Cada región presenta características climáticas que deben tenerse en cuenta al seleccionar el suelo para la fabricación de adobe. En lugares húmedos, el uso de suelos ricos en limo y arcilla permite una mayor cohesión del adobe y ayuda a evitar que absorba demasiada agua. En climas secos y cálidos, el suelo debe contener una mayor proporción de arena para evitar que el adobe se agriete rápidamente durante el secado González et al. (2019).

2.2.3 Mucílago de huaraco en la construcción con adobe

2.2.3.1 Propiedades Gelificantes del Mucílago

El mucílago de huaraco es un componente natural con una capacidad única para formar geles al mezclarse con agua. Esta propiedad resulta crucial cuando se utiliza en la fabricación de adobe, ya que ayuda a mejorar la cohesión de las partículas de tierra y a reducir la formación de grietas. Cuando se incorpora en la mezcla de adobe, el mucílago actúa como una especie de adhesivo natural que une las partículas de arcilla, arena y otros componentes del adobe, proporcionando mayor estabilidad al material durante y después del proceso de secado Zhang et al., (2021).

El mucílago ayuda a distribuir uniformemente las tensiones internas en el adobe, lo que previene el agrietamiento durante el secado. Según un estudio reciente de García et

al. (2022), el uso de mucílago mejora significativamente la resistencia y la durabilidad del adobe, haciendo que los bloques sean más fuertes y menos susceptibles a daños durante su vida útil.

2.2.3.2 Investigaciones Previas sobre el Uso del Mucílago

Aunque el uso de mucílago en la construcción aún está en sus primeras etapas, algunos estudios previos han demostrado que el mucílago mejora la resistencia y la estabilidad de materiales de construcción. En un análisis realizado por Rodríguez et al. (2020), se observó que el mucílago de huaraco no solo mejoraba la trabajabilidad del adobe, sino que también ofrecía protección adicional contra la humedad y erosión. Este estudio sugiere que el mucílago puede ser un agente estabilizador que permite que los adobes sean más resistentes a las condiciones climáticas adversas.

Además, Barrera et al. (2021) encontraron que la adición de mucílago no solo mejoraba la cohesión del adobe, sino que también actuaba como un refuerzo natural, distribuyendo las tensiones y reduciendo las fisuras que suelen aparecer durante el secado.

2.2.4 Savia de Cactus en la Construcción con Adobe

2.2.4.1 Propiedades Estabilizadoras

La savia de cactus es otro componente natural que, cuando se incorpora al adobe, puede mejorar notablemente sus propiedades. Esta savia contiene polisacáridos y proteínas, que tienen la capacidad de actuar como estabilizadores naturales. Estos compuestos refuerzan la estructura interna del adobe, aumentando su cohesión y haciéndolo más resistente a las fluctuaciones de temperatura y humedad Araujo et al., (2020).

Uno de los beneficios clave de la savia de cactus es su porte para formar una película protectora sobre las partículas de tierra. Esto no solo ayuda a unir mejor los componentes del adobe, sino que también mejora su resistencia al agua, reduciendo la absorción excesiva de humedad, que puede debilitar el material con el tiempo. Según

Velasco et al. (2022), la savia de cactus tiene un efecto beneficioso al mejorar la durabilidad del adobe frente a la humedad y la erosión.

2.2.4.2 Efectos de la Savia de Cactus en la Durabilidad del Adobe

Uno de los efectos más importantes de la savia de cactus es su influencia en la durabilidad del adobe frente a condiciones climáticas extremas. En zonas con alta humedad o calor intenso, el adobe puede descomponerse o agrietarse. Sin embargo, la savia de cactus mejora la resistencia del adobe a estos factores. García et al. (2019) encontraron que el uso de savia de cactus reduce el riesgo de que el adobe se degrade bajo la exposición constante al agua o a cambios rápidos de temperatura.

Además, la savia de cactus contribuye a la mejora de la eficiencia térmica del adobe. Al aumentar su capacidad de aislamiento térmico, hace que las construcciones sean más confortables y energéticamente eficientes, ya que ayuda a mantener las temperaturas interiores más estables, sin importar las condiciones climáticas exteriores Pérez et al., (2021). Este beneficio es especialmente importante en regiones donde las temperaturas pueden variar drásticamente entre el día y la noche.

2.2.5 Propiedades y aplicaciones del mucílago de huaraco y la sabia de cactus

El mucílago de huaraco y la sabia de cactus son biopolímeros naturales extraídos de plantas nativas, los cuales poseen una composición química rica en polisacáridos, glucanos, pectinas, minerales y compuestos fenólicos que les confieren propiedades físico-químicas y mecánicas destacadas para su uso como estabilizantes en materiales de construcción tradicionales.

Desde el punto de vista químico, estos biopolímeros contienen azúcares complejos como arabinosa, xilosa, galactosa y glucosa, que forman redes gelificantes estables cuando se hidratan. Esta estructura gelificante genera una alta capacidad de retención de humedad, aumentando la cohesión interna del adobe estabilizado, mejorando así su resistencia mecánica y capacidad para diseminar tensiones internas que podrían ocasionar fracturas.



El mucílago y la savia, gracias a sus propiedades reológicas, facilitan el trabajo con la mezcla de tierra y la hacen más flexible. Esto permite un moldeo más eficiente y reduce el agrietamiento durante el secado. Investigaciones experimentales recientes indican que estos compuestos químicos mejoran la resistencia del adobe a la precipitación, tanto natural como artificial, al aumentar su impermeabilidad y formar una capa hidrófoba.

Aplicaciones prácticas demuestran que la incorporación de estos aditivos naturales en concentraciones controladas (entre 2% y 8% para mucílago y 5% a 15% para savia, en peso respecto al suelo) contribuyen significativamente a incrementar la resistencia a compresión y flexión, disminuir la absorción de agua y prolongar la vida útil de las unidades de adobe. Estos resultados convierten al mucílago de huaraco y la savia de cactus en una alternativa sostenible y económica frente a estabilizantes químicos convencionales, alineándose con tendencias globales hacia la construcción ecológica y el respeto por saberes ancestrales.

El uso de estos biopolímeros no solo fortalece la identidad cultural de las regiones andinas que históricamente han utilizado estos materiales, sino que también contribuye a reducir el impacto ambiental de la construcción. Además, fomenta el uso de recursos locales y renovables. El mucílago y la savia se están investigando como agentes estabilizadores innovadores que podrían ayudar a construir edificios más resistentes y adaptados al clima y la economía locales. Esto se debe a sus múltiples beneficios para la sociedad, el medio ambiente y la tecnología.

2.2.6 Mejoramiento con Aditivos Naturales.

El uso de aditivos naturales se ha vuelto fundamental a medida que aumenta la demanda de materiales de construcción más ecológicos y económicos. Estas modificaciones fortalecen y prolongan la vida útil de materiales tradicionales como el adobe, sin necesidad de añadir químicos ni componentes manufacturados que puedan ser peligrosos. Algunos aditivos naturales que pueden modificar los peculios físicos de la materia de construcción son el mucílago vegetal, la savia de cactus y las fibras vegetales.

2.2.6.1 Aditivos Naturales en Construcción

En ocasiones, se añaden al adobe sustancias naturales como fibra de agave, mucílago o savia de cactus para hacerlo más resistente y cohesivo. Estos aditivos se utilizan para tratar no solo el adobe, sino también otros materiales de construcción como ladrillos, morteros y bloques de tierra comprimida. Se han realizado numerosos estudios recientes sobre cómo utilizar estos compuestos químicos para mejorar los materiales regionales.

Por ejemplo, investigaciones sobre la adición de fibra de palma en ladrillos de tierra comprimida han demostrado que las fibras mejoran la flexibilidad y reducen la fisuración durante el proceso de secado. Gómez et al. (2021) destacan que el uso de esta fibra reduce la aparición de grietas y aumenta la resistencia del ladrillo frente a la humedad. Además, la savia de cactus ha mostrado tener propiedades estabilizadoras en la mezcla de adobe, mejorando su resistencia a humedad y aumentando la durabilidad del material González et al., (2021).

2.2.6.2 Estrategias de Modificación del Adobe con Aditivos Naturales

Las estrategias de modificación del adobe han sido diversas y se han orientado a mejorar las propiedades del material tanto para adaptarse a diferentes climas como para aumentar su resistencia a integrantes climático la humedad, el calor y la desecación. A continuación, se destacan algunas de las estrategias más utilizadas:

Uso de Fibras Vegetales

Las fibras vegetales son uno de los aditivos más comunes en la mejora de la resistencia del adobe. Estas fibras refuerzan la estructura del material, mejoran su flexibilidad y reducen las grietas que pueden aparecer durante el secado. Investigaciones de Ramírez et al. (2020) han demostrado que la fibra de agave y la paja aumentan significativamente la resistencia a la tracción y mejoran la capacidad de aislamiento térmico del adobe. Además, estas fibras ayudan a que el adobe sea más resistente a la descomposición en ambientes húmedos.

Aditivos Minerales y Orgánicos

Otro tipo de adición consiste en minerales y productos químicos naturales. Agregar cal y ceniza volcánica al adobe mejora sus cualidades mecánicas, como su resistencia a la compresión. González et al. (2019) afirman que la cal, un aglutinante natural, hace que el adobe sea más resistente al agua y mejora la cohesión de la mezcla. Por otro lado, la capacidad de la ceniza volcánica para absorber la humedad puede ser útil en lugares con climas muy húmedos.

Estudios han demostrado que la adición de materiales orgánicos como el mucílago de huaraco y la savia de cactus puede fortalecer el adobe y prolongar su vida útil. López et al. (2020) hallaron que la savia de cactus puede hacer que la mezcla de adobe sea más estable y menos propensa a humedecerse. Esta cualidad es especialmente importante en zonas lluviosas.

2.2.6.3 Condiciones Climáticas Específicas

También se puede modificar la composición del adobe según el clima de la zona. Una mayor proporción de arena ayuda a prevenir las grietas, ya que se seca rápidamente en climas secos. González et al. (2019), por otro lado, afirman que, en zonas húmedas, la proporción de arcilla y limo debe ser mayor. Esto favorece una mejor cohesión y evita la penetración de agua.

2.2.6.4 Mejora de Propiedades Térmicas

La modificación también puede mejorar las propiedades térmicas del adobe. El uso de materiales orgánicos como el mucílago y la paja ayuda a los edificios a evitar la transferencia de calor entre el interior y el exterior, lo que mejora su capacidad para retener el calor. Martín et al. (2020) descubrieron que los aditivos naturales tienen una doble función: fortalecen la estructura del adobe y mejoran su eficiencia energética, lo que contribuye a mantener temperaturas interiores más estables.

2.2.7 Propiedades del adobe

2.2.7.1 Propiedades físicas

Alabeo: Cuando los adobes se deforman, sus superficies cambian de forma, presentando algunas zonas cóncavas y otras convexas. Incluso pequeños ajustes pueden debilitar la mampostería al modificar las uniones de mortero entre los bloques. Este fenómeno puede alterar las propiedades mecánicas del material, lo que a su vez modifica su resistencia al corte y a la compresión Lulichac et al., (2015). Asimismo, una deformación excesiva puede provocar fallos estructurales; por lo tanto, es importante verificar estos cambios durante la fabricación de adobes, siguiendo las normas establecidas en la NTP 399.613 (2005).

Variación dimensional

La variación dimensional se produce cuando dos bloques de adobe presentan diferencias de tamaño en sus caras opuestas. Estas variaciones son comunes en el proceso de fabricación del adobe, ya que las unidades de adobe no siempre tienen medidas exactas. Lulichac (2015) afirma que estas discrepancias pueden modificar la cantidad de mortero necesaria para colocar una unidad, lo que a su vez altera la resistencia general de la mampostería. Para identificar la variabilidad dimensional, se utilizan pruebas basadas en la NTP 399.613 (2005), que calculan la diferencia dimensional a través de una fórmula específica:

Formula:

$$\%Vd = \frac{dm - lp}{dm}$$

Donde:

dm = dimensión de molde

lp = largo promedio

2.2.7.2 Propiedades mecánicas

Resistencia a la compresión: La resistencia a la compresión es crucial para determinar la capacidad de un material para soportar fuerzas que tienden a reducir su

tamaño. En el caso del adobe, esta propiedad se evalúa mediante pruebas de compresión en cubos de adobe. La resistencia final se calcula tomando en cuenta la carga máxima que el cubo puede soportar y su área de sección transversal. Bolaños (2014) sugiere que para obtener un valor representativo de la resistencia, se debe realizar la prueba en al menos cinco muestras, y el valor de resistencia aceptable debe superar el 80% de las muestras probadas. Según la NTP 399.613 (2005), el valor mínimo aceptable de resistencia a la compresión para el adobe es de 12 kg/cm².

Formula:

$$f = Pu/A$$

Donde:

- f (Resistencia a la compresión):
- Pu (Carga aplicada):
- A (Área de aplicación de la carga):

Absorción: Una de las características que hacen que el adobe sea resistente a las inclemencias del tiempo es su capacidad de absorción de agua. Un buen adobe es aquel que se vuelve más pesado al sumergirlo en agua. El valor de absorción es una característica importante, ya que una alta absorción puede debilitar la estructura y reducir la vida útil del material. También se realiza la prueba de absorción máxima hirviendo el adobe durante cinco horas. La norma NTP 399.613 (2005) es la mejor fuente de información para aprender a calcular la absorción.

Formula:

$$\%ABS = \frac{P2 - P1}{P1} * 100$$

Donde:

- $\%ABS$ = Porcentaje de absorción de agua (%)
- $P1$ = Peso de la unidad seca (gr)
- $P2$ = Peso de la unidad saturada (gr)



Succión: Al hablar de unidades de adobe, la "absorción de agua" se refiere a la rapidez con que pueden absorber agua. Esta cualidad es muy importante, ya que las unidades de mampostería pueden quebrarse si no se tratan adecuadamente y se les aplica una succión significativa. La fórmula para calcular la tasa de succión es la siguiente.

Ecuación de succión:

$$S = \frac{(P2 - P1) * 200}{A}$$

Donde:

- S = succiones
- P1 = Pesos de las unidades secas (gr)
- P2 = Pesos de las humedades (gr)
- A = Áreas

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Adobe Tradicional

Es un material de construcción compuesto principalmente de tierra, agua y paja, que se moldea en bloques y se seca al sol. Su uso data de tiempos antiguos y es ideal para climas cálidos y áridos, gracias a su capacidad de regular la temperatura interior. Además de ser económico, es fácilmente accesible y ecológico. En regiones rurales y urbanas de varios países, sigue siendo común. Su durabilidad y sostenibilidad lo hacen adecuado para viviendas tradicionales.

2.3.2 Mucílago de huaraco

Es una sustancia viscosa que se obtiene de la planta huaraco, un cactus originario de regiones áridas. Este mucílago es utilizado en la fabricación de materiales de construcción sostenibles como aglutinante natural. Posee propiedades que mejoran la resistencia y durabilidad de los productos finales, haciendo que sean más resistentes a



factores climáticos adversos. Se valora por ser biodegradable y amigable con el medio ambiente. Es una alternativa ecológica al uso de aditivos sintéticos en la construcción.

2.3.3 Construcción sostenible

Se refiere al proceso de diseñar, construir y operar edificios y otras infraestructuras de manera que minimicen el impacto ambiental. Implica el uso de materiales reciclables, energías renovables y técnicas de construcción eficientes que reduzcan el consumo de recursos. La construcción sostenible también considera el ciclo de vida completo de los materiales, desde su extracción hasta su disposición final. Además de los beneficios ecológicos, promueve la salud y el bienestar de las personas que habitan en estas construcciones.

2.3.4 Savia de Cactus.

Es el jugo natural extraído de los cactus, especialmente en regiones desérticas, y ha sido utilizado en la construcción por diversas culturas. Su savia contiene componentes que actúan como aglutinantes, mejorando la resistencia y cohesión de materiales como el adobe y otros compuestos orgánicos. También puede contribuir a que los materiales duren más, ya que posee propiedades protectoras. Su impacto ambiental es mínimo, por lo que resulta una opción inteligente para la construcción sostenible. Además, permite que las estructuras sean más flexibles y adaptables.

2.3.5 Propiedades físicas

Estas son las cualidades del material que se pueden observar y medir, y que determinan su desempeño en diferentes situaciones. Algunos ejemplos son su densidad, dureza, elasticidad y resistencia a la compresión. Son fundamentales para determinar si un material es adecuado para una tarea específica en ingeniería y construcción. Las propiedades físicas de los materiales influyen en su rendimiento a lo largo del tiempo,



especialmente en condiciones adversas. Con base en esta información, se pueden seleccionar los materiales ideales para cada tipo de estructura.

2.3.6 Resistencia a la compresión.

Es una propiedad de una sustancia que demuestra su capacidad para resistir la compresión sin romperse. Para evaluar esta característica, se somete un material a una carga que aumenta gradualmente hasta que se rompe en un entorno controlado. Esta propiedad es la que permite que estructuras como edificios, puentes y cimientos soporten grandes pesos. La resistencia a la compresión de un material indica su capacidad para soportar una gran compresión.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación

Según Hernández et al. (2019), Señalan que los números permiten ser objetivos y utilizar la estadística para respaldar ideas e hipótesis. También afirman que el método cuantitativo se basa en un enfoque sistemático y ordenado. Esta estrategia, fundamentada en el enfoque hipotético-deductivo, busca explicar los fenómenos mediante mediciones precisas de variables y el análisis de sus interrelaciones.

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo mediante la recopilación y el estudio numérico de datos experimentales para obtener conclusiones objetivas sobre la eficacia del uso de mucílago de huaraco y savia de cactus en los adobes tradicionales de la provincia de Lampa. El método garantiza precisión y reproducibilidad al permitir el establecimiento de correlaciones cuantificables y verificables entre las variables independientes y dependientes.

3.2 Tipo de la investigación

Según Hernández et al. (2019), Los autores afirman que, a diferencia de la investigación básica, que se esfuerza por mejorar las circunstancias generales a través de



indagaciones teóricas, la investigación aplicada se esfuerza por abordar problemas específicos utilizando el conocimiento científico.

El estudio es de naturaleza aplicada, dada su orientación hacia la solución efectiva de problemas específicos de la construcción con materiales tradicionales en la región, optimizando las cualidades del adobe mediante la adición controlada de elementos naturales. Así, se busca impactar positivamente en el desarrollo tecnológico local y la mejora de las prácticas constructivas.

3.3 Nivel de la Investigación

El nivel explicativo, según Hernández et al. (2019), busca determinar las causas y efectos de los fenómenos para dar explicaciones profundas y establecer relaciones claras entre variables, a través de hipótesis que permiten la generalización de resultados para entender el porqué de un fenómeno.

Se enmarca en un nivel explicativo, pues va más allá de la mera descripción para identificar y comprender las relaciones causales entre la composición del adobe y sus características físicas y mecánicas, mediante pruebas experimentales controladas.

3.4 Diseño de la Investigación

El diseño experimental para Hernández et al. (2019) Se trata de un método sistemático para obtener resultados fiables sobre relaciones causales mediante la alteración metódica de variables independientes y la observación de sus efectos sobre las variables dependientes. Esta estrategia también ayuda a compensar factores que podrían generar confusión y refuerza la validez interna.

El diseño experimental consistió en crear y probar varias mezclas de adobe con concentraciones de mucilago y savia alteradas sistemáticamente para observar sus efectos inmediatos. Controlamos las condiciones de elaboración y curado para que los resultados fueran reales y fáciles de comparar.



3.5 Método de la Investigación

Según Hernández et al. (2019), Los autores describen metódicamente las fases del método científico, fundamentadas en marcos teóricos. Este proceso implica la realización de experimentos o mediciones para recopilar datos, seguidos de un análisis objetivo de los resultados para validar o refutar las hipótesis.

Se emplea el método científico, que comprende las etapas de formulación del problema, diseño de experimentos, ejecución rigurosa bajo condiciones controladas, medición precisa de variables y obtención de conclusiones que aportan a la comprensión y mejora del material estudiado.

3.6 Población y Muestra

3.6.1 Población

Según Hernández et al. (2019) La población se concibe como el conjunto total de unidades de análisis que comparten una o más características definidas por el investigador y que conforman el universo de referencia del estudio. Este conjunto constituye la base sobre la cual se delimitan los criterios de inclusión y exclusión, permitiendo identificar los sujetos o elementos de los cuales podrá seleccionarse una muestra representativa para la obtención de información empírica.

La población está compuesta por los adobes producidos con suelo representativo de la provincia de Lampa, empleados en construcción tradicional y sus variantes con aditivos naturales.

3.6.2 Muestra

Según Hernández et al. (2019). La muestra se entiende como un subconjunto finito de unidades extraídas de la población de estudio, seleccionado mediante procedimientos metodológicos que garantizan su representatividad. Su propósito es proporcionar

información empírica válida y confiable que permita inferir características, comportamientos o tendencias del universo poblacional del que proviene.

Se seleccionó una muestra representativa mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a la naturaleza experimental y condiciones controladas de laboratorio. La muestra está constituida por bloques de adobe fabricados bajo condiciones homogéneas, divididos en:

- **Grupo control:** Adobe tradicional sin aditivos.
- **Grupos experimentales:** Adobe con adición de mucílago de huaraco en porcentajes ponderados del 2%, 5% y 8%; y adobe con savia de cactus en proporciones del 5%, 10% y 15%.

Cada grupo está compuesto por un número homogéneo de muestras para garantizar la validez y confiabilidad de los ensayos físicos y mecánicos.

3.7 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.7.1 Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos se efectuó mediante la aplicación de técnicas sistematizadas, diseñadas conforme a los procedimientos de la investigación experimental en laboratorio. Estos métodos aseguraron que los datos recopilados fueran correctos, fiables y reales. Los principales métodos utilizados fueron:

- **Observación:** se aplicó durante las fases de fabricación, curado y ensayo de los adobes, permitiendo controlar variables de proceso y registrar datos experimentales de manera continua y detallada.
- **Ensayos normalizados:** incluyeron la determinación de la granulometría del suelo, límites de Atterberg, contenido de humedad, absorción y succión capilar de agua, así como la variación dimensional y el alabeo de las probetas. Estos ensayos siguieron las normas técnicas establecidas (ASTM y NTP) para garantizar la reproducibilidad de los resultados.

- **Ensayos mecánicos:** se realizaron pruebas de compresión uniaxial a distintas edades de curado (7, 14 y 28 días), con el propósito de evaluar el comportamiento estructural y la evolución de la resistencia del material a lo largo del tiempo.

3.7.2 Instrumentos de recolección de datos.

Las principales herramientas empleadas fueron:

- **Equipos para análisis granulométrico y determinación de límites de Atterberg,** esenciales para caracterizar la composición y plasticidad del suelo empleado.
- **Balanza de alta precisión,** utilizada para medir la masa de las muestras tanto en estado seco como saturado, asegurando la exactitud en los cálculos de densidad y absorción.
- **Pie de rey y regla metálica,** empleados para realizar mediciones dimensionales con alta precisión, tanto en el control de fabricación como en la evaluación de deformaciones.
- **Máquina ensayos de compresión,** diseñada para aplicar cargas controladas y registrar la resistencia a la compresión de los adobes, garantizando condiciones uniformes de prueba.
- **Fichas técnicas de registro manual,** que sirvieron para sistematizar la información recolectada, procesarla estadísticamente y facilitar su interpretación en el análisis final de los resultados.

3.8 Procedimiento para la recolección de datos

Prospección y selección de canteras

Se realizó una prospección sistemática en la provincia de Lampa orientada a identificar y seleccionar las canteras proveedoras de materia prima para la fabricación de adobes. Este proceso incluyó la consulta a especialistas locales, revisión de registros geológicos y verificación in situ de la actividad extractiva en las zonas potenciales. La



evaluación tomó en cuenta factores como la accesibilidad, capacidad de abastecimiento y continuidad operativa de la cantera, lo que permitió garantizar la representatividad y disponibilidad del material necesario para la investigación.

Preparación y limpieza de las muestras.

Se empleó un meticuloso proceso de limpieza para eliminar la capa orgánica superficial de las muestras, así como cualquier resto vegetal o partícula ajena al horizonte mineral del yacimiento. Este control de calidad previo al análisis garantizó que las propiedades originales del suelo se mantuvieran intactas y eliminó cualquier posible contaminante que pudiera haber alterado los resultados del experimento. La limpieza se realizó conforme a las normas técnicas para asegurar que cada muestra reflejara con precisión las condiciones de la cantera.

Muestreo y ubicación de puntos.

Tras confirmar los indicadores de extracción activa y las características geológicas y estructurales típicas del uso del adobe, se seleccionaron tres áreas importantes de la provincia para el muestreo. En cada sitio de extracción, se analizaron los siguientes factores: textura del suelo, contenido de humedad natural, color y morfología. La ubicación precisa se documentó mediante coordenadas y fotografías georreferenciadas. Esta estrategia de selección y documentación rigurosas permitió que el proceso de investigación fuera más fiable y fácil de seguir.

Fraccionamiento y selección.

La siguiente etapa consistió en fragmentar las muestras a granel en trozos más pequeños y seleccionar aquellos con partículas del mismo tamaño y sin inclusiones indeseadas. Para obtener una visión general completa, se empleó el fraccionamiento para obtener muestras del material grueso y la fracción fina, comunes en los suelos de adobe. Con un etiquetado adecuado, cada submuestra puede identificarse, rastrearse y relacionarse con sus condiciones originales para su uso en pruebas de laboratorio.

Evaluaciones de laboratorio.

Finalmente, todas las muestras se sometieron a una serie de pruebas para evaluar su comportamiento físico y mecánico. Estas pruebas incluyeron la identificación de los minerales presentes, la evaluación de la resistencia a la compresión y el análisis del tamaño de las partículas. Se seleccionó la mejor muestra por cumplir con las normas de la norma E-080 - Adobe (RNE, 2006), la cual establece que este es el método óptimo para la fabricación de adobes de alto rendimiento con la mejor granulometría, resistencia y calidad. Esta decisión influyó en la fiabilidad de los experimentos para la tesis.

3.8.1 Desarrollo de plan de investigación

Fase 1: Caracterización y selección de materiales

- Recolección del suelo arcilloso representativo de la provincia de Lampa, realizando análisis de granulometría, límites de plasticidad y humedad, para garantizar su idoneidad como materia prima del adobe.
- Extracción manual de mucílago de huaraco y savia de cactus aplicando técnicas tradicionales, asegurando la pureza y condiciones óptimas de estos aditivos antes de su incorporación a las mezclas experimentales.
- Documentación mediante registro fotográfico y fichas de campo de la procedencia y características de cada material utilizado.

Mucílago de Huaraco:

Mucílago de huaraco es una sustancia viscosa y gelatinosa que se obtiene de las células mucilaginosas del cactus conocido como huaraco (*Austrocylindropuntia floccosa*). Este mucílago está compuesto principalmente por polisacáridos (azúcares complejos), los cuales le confieren alta capacidad de retención de agua, propiedades adherentes y cierta plasticidad cuando se emplea como aditivo. Suele extraerse directamente de los tallos del cactus, filtrándose para eliminar impurezas.

Figura 4*Huaraco.***Savia de Cactus:**

La savia de cactus es el líquido viscoso que circula internamente en los tejidos de diversas especies de cactus de la familia Cactaceae. Esta savia contiene una mezcla de agua, nutrientes minerales y, sobre todo, compuestos mucilaginosos e hidrocoloides naturales (polisacáridos solubles en agua). Al ser incorporada como aditivo en materiales de construcción como el adobe, la savia de cactus actúa como aglutinante y estabilizante natural, mejorando la cohesión entre partículas, la resistencia a la compresión y disminuyendo la absorción capilar de agua. Su uso es especialmente relevante en contextos de construcción sostenible y en zonas rurales, pues sustituyen aditivos químicos por opciones biodegradables y de bajo costo, favoreciendo la durabilidad y calidad del adobe tradicional.

Figura 5*Cactus.***Incorporación y tratamiento de los aditivos naturales en el adobe.****Extracción y preparación de aditivos:**

- El mucílago de huaraco y la savia de cactus se extrajeron de las plantas frescas recogidas en la provincia de Lampa. Ambos aditivos se obtuvieron en estado fresco, directamente desde el tejido vegetal:
- El mucílago de huaraco se extrajo a partir del corte y maceración de los tallos, recolectando la sustancia viscosa derivada.
- La savia de cactus se obtuvo por incisión y presión de los órganos de la planta (nopales), recolectándola en recipientes limpios y almacenándola en frío para conservar sus propiedades físicas.

Estado físico y modo de adición:

- Tanto el mucílago como la savia se añadieron en estado líquido y fresco, asegurando su correcta distribución y activación durante el mezclado.
- Se dosificaron los aditivos mediante volúmenes medidos en cilindros de vidrio, incorporándolos progresivamente al agua de la mezcla, antes de la homogeneización con el suelo arcilloso seco y desmenuzado.
- Los porcentajes de adición se calcularon sobre la base del peso seco del suelo del adobe: 2%, 5% y 8% para mucílago de huaraco; 5%, 10% y 15% para savia de cactus.

Mezclado y homogeneización:

- Las mezclas se realizaron en bateas y recipientes grandes, agregando primero el agua con el aditivo y posteriormente el suelo, mezclando manual y mecánicamente hasta lograr una masa uniforme, plástica y libre de grumos.
- Se registraron cuidadosamente las proporciones, el orden de adición y el tiempo de mezcla, garantizando la replicabilidad y consistencia entre muestras.

Control de calidad y conservación:

- Antes del moldeo, se verificó la textura y plasticidad de la mezcla a partir de pruebas artesanales y técnicas (bola de mano, moldeo de cilindros).
- Se realizó control de temperatura y condiciones ambientales, evitando la desnaturalización de los aditivos naturales.
- Las mezclas con aditivos se utilizaron el mismo día para garantizar que el mucílago y la savia mantuviesen su potencia y efecto sobre la estructura física del adobe.

Propiedades de los aditivos naturales

Mucílago de huaraco:

El mucílago es una sustancia viscosa, biodegradable y altamente hidratante extraída directamente del tallo del huaraco. Sus principales propiedades son:

- Mejorar la plasticidad de la mezcla de adobe.
- Actuar como agente aglutinante y cohesivo, lo que optimiza la compactación y reduce la fisuración superficial.



- Disminuir la absorción de agua y la permeabilidad, gracias a su acción impermeabilizante y formadora de película sobre los capilares internos del adobe.
- Incrementar la resistencia mecánica, especialmente a la compresión y la flexión, debido a la mejora en la unión de partículas.

Savia de cactus:

Es una sustancia gelatinosa extraída del tejido interno de especies locales de cactus, cuyo uso aporta:

- Función estabilizadora e impermeabilizante, disminuyendo la absorción de agua en los adobes.
- Incremento significativo en resistencia a compresión y flexión por acción de los compuestos poliméricos presentes.
- Mejor trabajabilidad en estado fresco y reducción de la erosión por exposición a la humedad.

Tiempo de almacenamiento de sabia de cactus y mucílago de huaraco:

Las propiedades fisicoquímicas de la sabia de cactus (*Opuntia* spp.) y el mucílago de huaraco son altamente susceptibles a la degradación por factores microbiológicos y ambientales cuando no se almacenan adecuadamente. Estudios científicos indican que, bajo condiciones de almacenamiento en recipientes herméticos y refrigeración a temperaturas cercanas a 4°C, estos biopolímeros conservan sus propiedades funcionales por un periodo máximo de siete días. Pasado este tiempo, la actividad biológica residual y la oxidación pueden alterar su viscosidad, capacidad adhesiva y composición química, afectando su desempeño como estabilizantes en mezclas de adobe. Así, se recomienda la extracción fresca y almacenamiento temporal controlado para optimizar su uso en la construcción sostenible.

Procedimiento mejorado para la extracción de mucílago de huaraco y sabia de cactus:



La extracción del mucílago de huaraco comienza con la selección cuidadosa de los cladodios frescos de *Austrocyllindropuntia floccosa*. Se procede a una maceración controlada en relación 1:10 (peso:volumen) con agua desionizada, manteniendo la mezcla en reposo durante 60 minutos a temperatura ambiente para favorecer la hidratación celular. Posteriormente, se somete a calentamiento controlado por agitación magnética hasta alcanzar el punto de ebullición durante 30 minutos, facilitando la liberación y solubilización del mucílago. Finalmente, la extracción se clarifica mediante filtración con tela de muselina y el producto se almacena bajo refrigeración a 4°C hasta su uso. La sabia de cactus se obtiene por incisión en partes seleccionadas del cactus, recolectando el líquido viscoso y realizando un almacenamiento similar para preservar sus propiedades biofuncionales, asegurando su eficacia en la mezcla.

Cantidad óptima de agua y proporción de mucílago y sabia para la preparación del adobe estabilizado:

La preparación del adobe estabilizado requiere una dosificación precisa para garantizar la implementación eficiente de las propiedades estabilizantes de mucílago y sabia. En base a protocolos experimentales validados, la cantidad de agua empleada debe corresponder entre el 40% y 50% del peso seco del suelo. Dentro de este volumen, el mucílago debe dosificarse entre 2% y 8% (p/p respecto al suelo seco), mientras que la sabia de cactus se incorpora en concentraciones entre 5% y 15% (p/p). Por ejemplo, para 1000 gramos de suelo seco, se utiliza de 400 a 500 ml de agua, en la cual se disuelve entre 20 a 80 gramos de mucílago o de 50 a 150 gramos de sabia. Esto permite obtener una mezcla homogénea con las características reológicas adecuadas para moldear y secar adobes con mejoras significativas en resistencia mecánica y durabilidad, conforme reportan estudios recientes sobre el uso de biopolímeros en estabilización de tierras para construcción.

Fase 2: Formulación y dosificación de mezclas

- Determinación de las proporciones de mucílago de huaraco y savia de cactus a incorporar a la mezcla (2%, 5%, 8% para mucílago y 5%, 10%, 15% para savia), basada en criterios experimentales y referencias técnicas.
- Preparación de las mezclas homogéneas, controlando rigurosamente la cantidad de agua, el tiempo y método de mezcla, y verificando la plasticidad adecuada para el moldeo.
- Registro detallado de las condiciones ambientales y parámetros durante la formulación de cada lote experimental, para asegurar la reproducibilidad del proceso.

Procedimiento para la adición de los aditivos al adobe

Estado del aditivo y método de incorporación:

- Tanto el mucílago de huaraco como la savia de cactus se añaden a la mezcla en estado líquido y fresco, inmediatamente después de su extracción para asegurar su efectividad y evitar el procesamiento de los compuestos activos.
- El proceso sigue los siguientes pasos técnicos:
 - ✓ Se extrae el mucílago mediante corte y maceración de los tallos de huaraco, y la savia por presión de los nopales o cactus; Ambos materiales son filtrados para eliminar impurezas.
 - ✓ Se mide el volumen del aditivo requerido (2%, 5%, 8% del peso seco de suelo para el mucílago; 5%, 10%, 15% para la savia) usando instrumentos de laboratorio (probeta gradada o balanza analítica).
 - ✓ El aditivo líquido se diluye en la cantidad de agua de mezclada asignada y se incorpora gradualmente al suelo arcilloso previamente desmenuzado, antes del amasado principal.
 - ✓ La mezcla se realiza manualmente y con mezcladora mecánica, buscando una homogeneización completa para garantizar la distribución uniforme de los compuestos biopoliméricos en la masa del adobe.

Fase 3: Moldeo y curado de las muestras

- Vertido de las mezclas en moldes normalizados (8×16×36cm), asegurando un compactado uniforme para evitar defectos estructurales en los bloques de adobe.
- Curado de las muestras en ambiente controlado, protegido del sol y lluvia, monitoreando variables de humedad y temperatura ambiente a lo largo de los tres periodos establecidos: 7, 14 y 28 días.
- Realización de inspecciones regulares y registro de modificaciones físicas (fisuras, deformaciones superficiales) durante el proceso de curado.

Fase 4: Ensayos experimentales

- Aplicación de ensayos físicos en cada etapa de curado: absorción de agua, succión capilar, variación dimensional y alabeo, conforme a estándares como ASTM D4318, UNE 41410 y NTP 399.604.
- Realización de ensayos mecánicos de resistencia a la compresión uniaxial a 7, 14 y 28 días, empleando máquina universal debidamente calibrada para asegurar la precisión de los datos obtenidos.
- Registro sistemático y digitalizado de todos los datos experimentales, adjuntando fotografías del procedimiento y observaciones relevantes sobre cada muestra.

3.9 Principio de reproducibilidad y su aplicación metodológica

La reproducibilidad constituye un principio epistemológico central en la investigación científica, que implica la posibilidad de que un experimento o estudio pueda ser replicado de manera independiente bajo las mismas condiciones metodológicas, dando como resultado hallazgos consistentes, fiables y verificables. Esta propiedad es fundamental para la validación del conocimiento científico, pues evita sesgos sistemáticos y asegura la robustez y generalización de los resultados obtenidos.

Tras la ejecución de las pruebas mecánicas, la información resultante se dispuso en diversos formatos, tanto físicos como digitales, incluyendo fichas técnicas y hojas de cálculo, entre otros. Cada valor individual fue meticulosamente registrado y organizado.

Esta disposición, desde luego, simplificó enormemente la tarea de comparar los distintos grupos experimentales con el grupo control.

En este estudio, la reproducibilidad fue un pilar fundamental. Para lograrlo, estandarizamos meticulosamente los métodos experimentales. Esto significó documentar cada protocolo con precisión, calibrar los instrumentos rigurosamente y realizar ensayos técnicos por duplicado o incluso triplicado. Además, controlamos de manera sistemática las condiciones ambientales y las variables técnicas a lo largo de los ensayos. Esta práctica, en general, ayudó a minimizar la variabilidad inherente a cualquier experimento. Así, pudimos fortalecer la confianza en la consistencia de las mediciones, especialmente en lo que respecta a la respuesta física y mecánica del adobe estabilizado con mucilago y sabia de cactus. Con ello, buscamos mayor fiabilidad en nuestros resultados.

Implementar la reproducibilidad no solo simplificó la validación interna de la información recopilada, confirmando que los resultados reflejen la realidad y respalden las conclusiones presentadas. También preparó el terreno para futuros análisis. Hablamos de comparaciones, la posibilidad de integrar estos descubrimientos en la literatura científica dedicada a materiales de construcción respetuosos con el medio ambiente.

3.10 Procesamiento de datos

La información obtenida a lo largo de las pruebas mecánicas se organizó, digamos que, en soportes físicos y digitales: fichas técnicas, hojas de cálculo... El caso es que cada valor se registró de forma ordenada. Esto, por supuesto, facilitó bastante la comparación entre los grupos experimentales y, también, el grupo control. La información obtenida se presentó mediante tablas y gráficos descriptivos, facilitando la interpretación visual de las variaciones en las propiedades del adobe según la proporción de mucilago de huaraco y savia de cactus incorporada. Este proceso permitió identificar tendencias y diferencias relevantes en las propiedades evaluadas, sin recurrir a técnicas de análisis estadístico avanzado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados.

Granulometría

Tabla 2

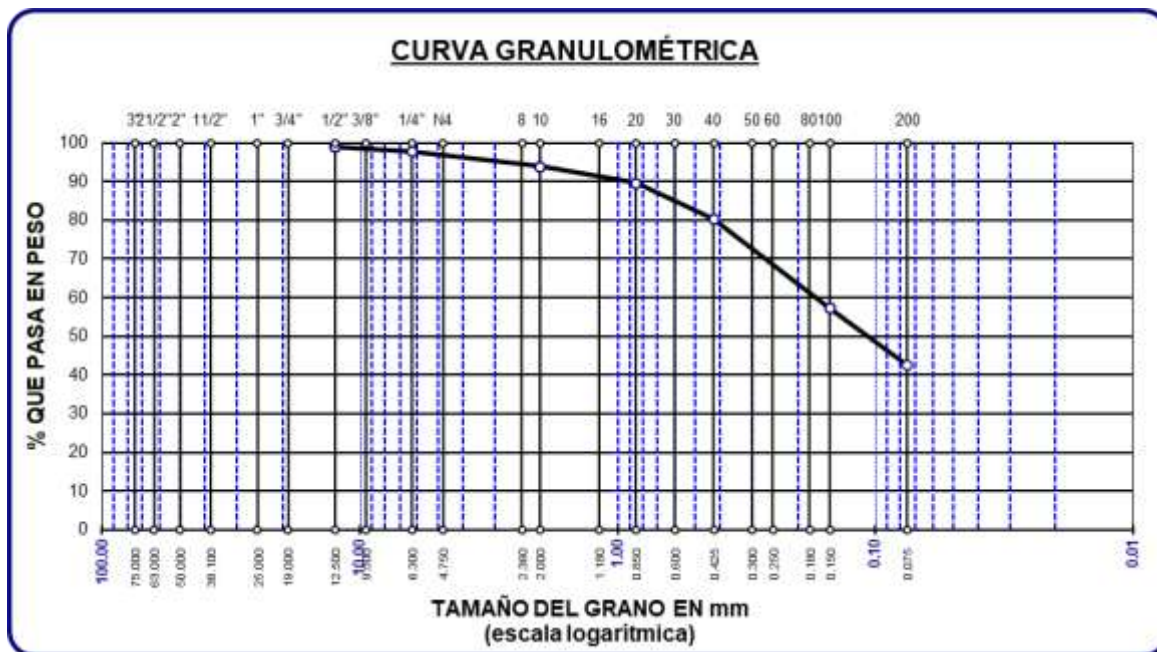
Análisis granulométrico de la muestra.

MALLA	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/4"				
1/2"	9.00	1.20	1.20	98.80
3/8"				
1/4"	9.03	1.20	2.40	97.60
No4				
No8				
No10	28.06	3.74	6.15	93.85
No16				
No20	32.00	4.27	10.41	89.59
No30				
No40	70.05	9.34	19.75	80.25
No100	173.00	23.07	42.82	57.18
No200	110.07	14.68	57.49	42.51
BASE	318.79	42.51	100.00	0.00
TOTAL	750.00	100.00		

La tabla presenta un análisis granulométrico de una muestra de 750 g, detallando el peso retenido en cada malla y los porcentajes retenidos parcial y acumulado. Se incluye desde la malla 3/4" hasta la No. 200, indicando el tamaño de partículas que pasan por cada tamiz. Esto permite evaluar la distribución del material según su granulometría.

Figura 6

Curva granulométrica de la muestra analizada.



El gráfico muestra las curvas de distribución del tamaño de las partículas, que indican el porcentaje de partículas que pasan a través de cada filtro en función del tamaño de grano en escala logarítmica.

Límite de consistencia

Tabla 3

Índice de plasticidad de la muestra.

Muestras	LÍMITES DE ATTERBERG		
	LL (%)	LP (%)	IP (%)
M-1	32.45	24.36	08.09

Se muestra el índice de plasticidad (M^{-1}) de una muestra de suelo, determinado mediante los límites de Atterberg. El (LL) del suelo es del 32,45 % de agua, punto en el que pasa de un estado plástico a uno líquido. El (LP) es el punto en el que el suelo pasa de un estado sólido a uno plástico, cuando contiene un 24,36 % de agua. El (IP) del suelo es del 8,09 %, que corresponde a la diferencia entre estos dos valores.

HUMEDAD

Tabla 4

% de humedad del suelo analizado.

% HUMEDAD	
Muestras	Humedad (%)
M-01	5.11

La tabla muestra el porcentaje de humedad de la muestra de suelo M-01, que es de 5.11%.

Esto significa que el 5.11% del peso del suelo corresponde al agua que contiene. Este dato es importante porque ayuda a entender las condiciones del suelo y cómo podría comportarse en proyectos de construcción.

4.1.1 Cualidades físicas y mecánicas del adobe tradicional.

Absorción del adobe tradicional

Tabla 5

Absorción del adobe estándar

Nº	Muestra	Peso de adobe seco	Peso de adobe saturado	% Absorción
1	M1 - ESTANDAR	6933	8421	21.46
2	M2 - ESTANDAR	6938	8439	21.63
3	M3 - ESTANDAR	6940	8440	21.61
4	M4 - ESTANDAR	6935	8425	21.49

Se ilustra los resultados de las pruebas de absorción realizadas a ladrillos de adobe comunes. El porcentaje de absorción se determinó pesando los ladrillos secos y húmedos. Las cuatro pruebas mostraron que el material podía absorber agua entre un 21,46 % y un 21,63 %.

Succión del adobe tradicional

Tabla 6*Succión del adobe estándar*

N°	Muestra	Volúmenes		AREA	Succión (Gr/Min)
		V1	V2		
1	Adobe tradicional	402.34	359.66	450	18.97
2	Adobe tradicional	407.49	356.76	450	22.55
3	Adobe tradicional	400.68	355.33	450	20.16
4	Adobe tradicional	408.03	354.42	450	23.83

La tabla presenta los resultados del ensayo de succión realizado en adobes tradicionales. Se analizan cuatro muestras, mostrando los volúmenes iniciales (V1) y final (V2), un área constante de 450 cm², y la succión medida en gramos por minuto, con valores que oscilan entre 18.97 y 23.83 g/min.

VD del adobe tradicional**Tabla 7***Cambio dimensional adobe tradicional (alto)*

N°	Alto(cm)				Promedio	V (%)
	V 1	V 2	V 3	V 4		
M-1	8.02	8.00	8.01	8.00	8.01	-0.09
M-2	8.01	8.01	8.02	8.00	8.01	-0.12
M-3	8.00	8.02	8.01	8.02	8.01	-0.16
M-4	8.03	8.04	8.02	8.01	8.03	-0.31
					Promedio	-0.17

Se presenta la variación en las dimensiones de la altura de los adobes tradicionales, con una altura promedio que oscila entre 8.01 cm y 8.03 cm. Las variaciones porcentuales son mínimas, con un rango que va desde -0.09% hasta -0.31%. En general, se observa una notable estabilidad en las dimensiones, con una variación promedio de solo -0.17%.

Tabla 8*Cambio dimensional adobe tradicional (ancho)*

Nº	Ancho (cm)				Promedio	V (%)
	V 1	V 2	V 3	V 4		
M-1	16.06	16.01	16	15.99	16.02	-0.09
M-2	16.01	16	16.01	16.01	16.01	-0.05
M-3	15.99	16	16.01	16.00	16.00	0.00
M-4	16.03	16.02	16	16.01	16.02	-0.09
					Promedio	-0.06

Se muestra la variación en el ancho de los adobes tradicionales, con un promedio que varía entre 16.00 cm y 16.02 cm. Las fluctuaciones porcentuales son muy pequeñas, entre 0.00% y -0.09%, y la variación promedio general es de -0.06%. Esto sugiere que las dimensiones del material analizado mantienen una buena consistencia.

Tabla 9*Cambio dimensional adobe tradicional (largo)*

Nº	Largo (cm)				Promedio	V (%)
	V 1	V 2	V 3	V 4		
M-1	36.01	36.00	36.02	35.99	36.01	-0.01
M-2	36.02	35.98	36.00	36.01	36.00	-0.01
M-3	35.99	36.01	36.00	36.02	36.01	-0.01
M-4	36.00	36.02	36.01	35.98	36.01	-0.03
					Promedio	-0.02

La variación dimensional en el largo de adobes tradicionales, con promedios entre 36.00 cm y 36.01 cm. Las variaciones porcentuales son muy bajas, de -0.01% a -0.03%, con un promedio general de -0.02%. Esto refleja una alta precisión y consistencia en las dimensiones de las muestras.

Alabeo del adobe tradicional

Tabla 10

Alabeo del adobe Control

N°	DESCRIPCIÓN	CARA A		CARA B	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	Adobe Tradicional	3.10	2.60	3.00	2.70
2	Adobe Estándar	3.30	2.80	3.20	2.90
3	Adobe Estándar	3.20	2.80	3.10	2.80
4	Adobe Estándar	3.40	2.80	3.30	2.60
Promedio (mm)		3.25	2.80	3.15	2.75
Concavidad prom. (mm)				3.20	
Convexidad prom. (mm)				2.775	
Alabeo promedio (mm)				2.99	

Se presenta el análisis del alabeo en los adobes tradicionales, evaluando la concavidad y convexidad en las caras A y B. En la cara A, los promedios son 3.25 mm y 2.80 mm, mientras que en la cara B son 3.15 mm y 2.75 mm. El alabeo medio total es de 2.99 mm, lo que indica pequeñas deformaciones en las superficies.

Resistencia del adobe tradicional

Tabla 11

Resistencia del adobe Control a 7 días.

N°	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	Adobe Estándar	7	805.36	1.40
2	Adobe Estándar	7	798.02	1.39
3	Adobe Estándar	7	801.35	1.39
4	Adobe Estándar	7	795.36	1.38
Promedio de Rotura (F ^b) kg/cm ²				1.39

Se presenta la resistencia del adobe tradicional a los 7 días, con cargas aplicadas que varían entre 795.36 kg y 805.36 kg, y tensiones de rotura que oscilan entre 1.38 kg/cm² y 1.40 kg/cm². El valor promedio de resistencia es de 1.39 kg/cm².

Tabla 12*Resistencia del adobe Control a los 14 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	Adobe Estándar	14	2522.36	4.38
2	Adobe Estándar	14	2515.02	4.37
3	Adobe Estándar	14	2502.78	4.35
4	Adobe Estándar	14	2533.65	4.40
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				4.37

Se muestra el esfuerzo del adobe tradicional a los 14 días, con tensiones de rotura entre 4.35 kg/cm² y 4.40 kg/cm². El promedio de resistencia es 4.37 kg/cm², indicando un aumento respecto a los valores a los 7 días.

Tabla 13*Resistencia adobe Control a los 28 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	Adobe Estándar	28	5748.63	9.98
2	Adobe Estándar	28	5736.85	9.96
3	Adobe Estándar	28	5763.05	10.01
4	Adobe Estándar	28	5751.36	9.99
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				9.98

Se muestra el esfuerzo del adobe tradicional a los 28 días, con tensiones de rotura entre 9.96 kg/cm² y 10.01 kg/cm². El promedio es 9.98 kg/cm², mostrando una gran mejora en comparación con los 7 y 14 días.



4.1.2 Mucílago de huaraco y savia de cactus en propiedades físicas del adobe.

a. Propiedades físicas del adobe + Mucílago de Huaraco:

Ensayo de absorción

Tabla 14

Absorción del adobe + mucílago de huaraco 2%.

Nº	Muestra	Peso Seco	Peso Saturado	% Absorción
1	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	6952	8422	21.14
2	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	7052	8539	21.09
3	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	7016	8498	21.12
4	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	7028	8510	21.09

Absorción de adobe Los valores de absorción oscilan entre 21.09% y 21.14%, mostrando una capacidad de retención de agua uniforme en las muestras analizadas.

Tabla 15

Ensayo de absorción del adobe + mucílago de huaraco 5%.

Nº	Muestra	Peso Seco	Peso Saturado	% Absorción
1	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	7052	819	20.80
2	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	7062	8441	19.53
3	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	7050	8436	19.66
4	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	7046	8434	19.70

La absorción del adobe combinado con mucílago de huaraco al 5%. Los valores de absorción oscilan entre 19.53% y 20.80%, mostrando una disminución respecto al mucílago al 2%.

Tabla 16

Ensayo de absorción del adobe + mucílago de huaraco 8%.

Nº	Muestra	Peso Seco	Peso Saturado	% Absorción
1	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	7049	8125	15.26
2	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	7052	8068	14.41
3	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	7047	8136	15.45
4	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	7045	8098	14.95

La absorción del adobe combinado con mucílago de huaraco al 8%. Los datos de absorción varían entre 14.41% y 15.45%, mostrando una reducción significativa en comparación con menores porcentajes de mucílago.

Ensayo de succión

Tabla 17

Ensayo de Succión del adobe + mucílago de huaraco 2%.

Nº	Muestra	Volúmenes		AREA	Succión (Gr/Min)
		V1	V2		
1	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	402.33	372.47	450	13.27
2	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	407.49	371.98	450	15.78
3	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	400.68	368.92	450	14.12
4	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	408.01	370.52	450	16.66

La succión del adobe combinado con mucílago de huaraco al 2%. Las mediciones de succión oscilan entre 13.27 g/min y 16.66 g/min.

Tabla 18*Ensayo de Succión del adobe + mucílago de huaraco 5%.*

Nº	Muestra	Volúmenes		AREA	Succión (Gr/Min)
		V1	V2		
1	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	402.33	381.02	450	9.47
2	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	407.49	382.13	450	11.27
3	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	400.68	377.98	450	10.09
4	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	408.01	381.22	450	11.91

Los valores de succión oscilan entre 9.47 g/min y 11.91 g/min, reflejando una reducción en la absorción de agua respecto al 2%. Esto indica que una mayor proporción de mucílago mejora la resistencia a la absorción.

Tabla 19*Ensayo de Succión del adobe + mucílago de huaraco 8%.*

Nº	Muestra	Volúmenes		AREA	Succión (Gr/Min)
		V1	V2		
1	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	402.33	389.54	450	5.68
2	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	407.49	392.27	450	6.76
3	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	400.68	387.06	450	6.05
4	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	408.01	391.93	450	7.15

Los valores de succión oscilan entre 5.68 g/min y 7.15 g/min, mostrando una reducción significativa en la absorción de agua en comparación con menores concentraciones de mucílago. Esto evidencia una mayor resistencia a la absorción.

Ensayo Variación dimensional

Tabla 20

Variación dimensional adobe + mucílago de huaraco.

MUESTRAS	ALTO (%)	ANCHO (%)	LARGO (%)
Adobe + mucílago de huaraco 2%	-0.14	-0.04	-0.02
Adobe + mucílago de huaraco 5%	-0.24	-0.11	-0.04
Adobe + mucílago de huaraco 8%	-0.28	-0.14	-0.06

Se observa una reducción progresiva en las dimensiones (alto, ancho y largo) a medida que aumenta la concentración del aditivo. La mayor contracción se presenta en la muestra con 8% de mucílago, evidenciando un efecto directo del contenido del mucílago sobre la estabilidad dimensional del material. Estos resultados indican que el mucílago influye en la retracción del adobe durante el secado.

Ensayo Alabeo

Tabla 21

Alabeo del adobe + mucílago de huaraco 2%.

N°	Descripción	Cara A		Cara B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	2.80	2.30	2.70	2.40
2	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	2.90	2.40	2.80	2.50
3	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	3.00	2.50	2.90	2.60
4	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	2.70	2.20	2.60	2.30
Promedio (mm)		2.85	2.35	2.75	2.45
Concavidad promedio (mm)				2.80	
Convexidad promedio (mm)				2.4	
Alabeo promedio (mm)				2.60	

El ensayo de alabeo en adobes con mucílago de huaraco al 2% muestra una concavidad promedio de 2.85 mm en la cara A y 2.75 mm en la cara B. La convexidad promedio fue de 2.80 mm y 2.45 mm respectivamente. El alabeo promedio total es de 2.60 mm.

Tabla 22

Alabeo del adobe + mucílago de huaraco 5%.

N°	Descripción	Cara A		Cara B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	2.70	2.30	2.60	2.40
2	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	2.80	2.40	2.80	2.50
3	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	2.90	2.50	2.70	2.60
4	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	2.80	2.40	2.90	2.30
Promedio (mm)		2.80	2.4	2.75	2.45
Concavidad promedio (mm)				2.78	
Convexidad promedio (mm)				2.43	
Alabeo promedio (mm)				2.60	

El ensayo de alabeo en adobes con mucílago de huaraco al 5% registra una concavidad promedio de 2.80 mm en la cara A y 2.78 mm en la cara B. La convexidad promedio es de 2.40 mm y 2.43 mm, respectivamente. El alabeo promedio es de 2.60 mm.

Tabla 23

Alabeo del adobe + mucílago de huaraco 8%.

N°	Descripción	Cara A		Cara B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	2.60	2.20	2.70	2.30
2	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	2.70	2.30	2.80	2.40
3	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	2.80	2.40	2.90	2.50
4	ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	2.70	2.20	2.80	2.30
Promedio (mm)		2.70	2.28	2.80	2.38
Concavidad promedio (mm)				2.75	
Convexidad promedio (mm)				2.33	
Alabeo promedio (mm)				2.54	

El ensayo de alabeo en adobes con mucílago de huaraco al 8% muestra una concavidad promedio de 2.70 mm en la cara A y 2.75 mm en la cara B. La convexidad promedio registrada es de 2.28 mm y 2.38 mm, respectivamente. El alabeo promedio total calculado es de 2.54 mm.

b. Propiedades físicas del adobe + savia de cactus:**Tabla 24***Ensayo de absorción del adobe + savia de cactus 5%.*

Nº	Muestra	Peso Seco	Peso Saturado	% Absorción
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	7055	8268	17.19
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	7063	8233	16.57
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	7072	8374	18.41
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	7040	8257	17.29

Se presenta el ensayo de absorción del adobe combinado con savia de cactus al 5%. Los valores de absorción oscilan entre 16.57% y 18.41%, mostrando una moderada reducción en la absorción del material.

Tabla 25*Ensayo de absorción del adobe + savia de cactus 10%.*

Nº	Muestra	Peso Seco	Peso Saturado	% Absorción
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	7056	8165	15.72
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	7063	8125	15.04
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	7071	8235	16.46
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	7042	8157	15.83

Se presenta el ensayo de absorción del adobe combinado con savia de cactus al 10%. Los valores de absorción varían entre 15.04% y 16.46%, mostrando una reducción respecto a concentraciones menores. Esto evidencia que un mayor porcentaje de savia mejora la resistencia del adobe al agua.

Tabla 26*Ensayo de absorción del adobe + savia de cactus 15%.*

Nº	Muestra	Peso Seco	Peso Saturado	% Absorción
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	7045	8058	14.38
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	7051	8015	13.67
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	7049	8002	13.52
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	7053	8012	13.60

La absorción del adobe combinado con savia de cactus al 15%. Los valores de absorción oscilan entre 13.52% y 14.38%, mostrando una reducción significativa respecto a concentraciones menores. Esto indica que un mayor porcentaje de savia mejora notablemente la resistencia del adobe al agua.

Ensayo de succión**Tabla 27***Ensayo de Succión del adobe + savia de cactus 5%.*

Nº	Muestra	Volúmenes		AREA	Succión (Gr/Min)
		V1	V2		
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	402.33	381.02	450	9.47
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	407.49	382.13	450	11.27
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	400.68	377.98	450	10.09
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	408.01	381.22	450	11.91

La succión del adobe combinado con savia de cactus al 5%. Los valores de succión varían entre 9.47 g/min y 11.91 g/min, reflejando una reducción moderada en la absorción de agua.

Tabla 28*Ensayo de Succión del adobe + savia de cactus 10%.*

N°	Muestra	Volúmenes		AREA	Succión (Gr/Min)
		V1	V2		
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	402.33	389.54	450	5.68
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	407.49	392.28	450	6.76
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	400.68	387.07	450	6.05
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	408.01	391.95	450	7.14

La succión del adobe combinado con savia de cactus al 10%. Los valores de succión oscilan entre 5.68 g/min y 7.14 g/min, mostrando una reducción significativa en comparación con menores concentraciones. Esto evidencia una mejora en la resistencia del adobe frente a la absorción de agua.

Tabla 29*Ensayo de Succión del adobe + savia de cactus 15%.*

N°	Muestra	Volúmenes		AREA	Succión (Gr/Min)
		V1	V2		
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	402.33	395.94	450	2.84
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	407.49	399.86	450	3.39
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	400.68	393.88	450	3.02
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	408.01	399.68	450	3.70

La succión del adobe combinado con savia de cactus al 15%. Los valores de succión varían entre 2.84 g/min y 3.70 g/min, reflejando una reducción significativa en la absorción de agua respecto a concentraciones menores. Esto evidencia una notable mejora en la resistencia del material frente a la humedad.

Ensayo de Variación dimensional

Tabla 30

Variación dimensional adobe + savia de cactus.

MUESTRAS	ALTO (%)	ANCHO (%)	LARGO (%)
Adobe + savia de cactus 5%	-0.14	-0.06	-0.03
Adobe + savia de cactus 10%	-0.27	-0.13	-0.06
Adobe + savia de cactus 15%	-0.37	-0.19	-0.08

La mayor contracción se registra en la mezcla con 15% de savia, lo que evidencia un efecto significativo del contenido del aditivo sobre la retracción del material.

Ensayo de Alabeo

Tabla 31

Alabeo del adobe + savia de cactus 5%.

N°	Descripción	Cara A		Cara B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	2.90	2.50	2.80	2.40
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	3.00	2.60	2.90	2.50
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	2.80	2.40	2.70	2.30
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	2.90	2.50	2.80	2.40
Promedio (mm)		2.90	2.50	2.80	2.40
Concavidad promedio (mm)				2.85	
Convexidad promedio (mm)				2.45	
Alabeo promedio (mm)				2.65	

Los resultados indican un promedio de concavidad de 2.85 mm, convexidad de 2.45 mm y un alabeo total de 2.65 mm. Para la cara A, los valores promedio son 2.90 mm de concavidad y 2.50 mm de convexidad, mientras que en la cara B son 2.80 mm y 2.40 mm, respectivamente.

Tabla 32

Alabeo del adobe savia de cactus 10%.

N°	Descripción	Cara A		Cara B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	2.70	2.30	2.60	2.40
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	2.80	2.40	2.70	2.50
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	2.90	2.50	2.80	2.60
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	2.80	2.30	2.70	2.40
Promedio (mm)		2.80	2.38	2.70	2.48
Concavidad promedio (mm)				2.75	
Convexidad promedio (mm)				2.43	
Alabeo promedio (mm)				2.59	

Los promedios reportan una concavidad de 2.75 mm, una convexidad de 2.43 mm y un alabeo total de 2.59 mm, reflejando una leve deformación del material. Estos resultados permiten analizar la estabilidad dimensional del adobe bajo esta condición, destacando su respuesta frente a las variaciones de curvatura.

Tabla 33

Alabeo del adobe savia de cactus 15%.

N°	Descripción	Cara A		Cara B	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	2.60	2.20	2.50	2.30
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	2.70	2.30	2.70	2.40
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	2.80	2.40	2.60	2.50
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	2.70	2.20	2.80	2.30
Promedio (mm)		2.70	2.28	2.65	2.38
Concavidad promedio (mm)				2.68	
Convexidad promedio (mm)				2.33	
Alabeo promedio (mm)				2.50	

Los promedios obtenidos indican una concavidad de 2.68 mm, una convexidad de 2.33 mm y un alabeo total de 2.50 mm. En la cara A, la concavidad promedio es de 2.70 mm y la convexidad de 2.28 mm, mientras que en la cara B los valores son 2.65 mm y 2.38 mm, respectivamente.

4.1.3 Influencia de mucílago de huaraco y savia de cactus en propiedades mecánicas del adobe.

a. Mucílago de huaraco en proporciones de 2%, 5% y 8%.

En 7 días:

Tabla 34

Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 2%, en 7 días.

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + Mucílago de Huaraco 2%	7	6347.52	11.02
2	M + Mucílago de Huaraco 2%	7	6335.05	11.00
3	M + Mucílago de Huaraco 2%	7	6352.14	11.03
4	M + Mucílago de Huaraco 2%	7	6338.57	11.00
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				11.01

Los valores de carga alcanzados oscilan entre 6335.05 kg y 6352.14 kg, mientras que el esfuerzo promedio de rotura se calcula en 11.01 kg/cm².

En 14 días:

Tabla 35

Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 2%, en 14 días.

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + Mucílago de Huaraco 2%	14	7608.96	13.21
2	M + Mucílago de Huaraco 2%	14	7615.32	13.22
3	M + Mucílago de Huaraco 2%	14	7589.36	13.18
4	M + Mucílago de Huaraco 2%	14	7595.28	13.19
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				13.20

La Tabla muestra los resultados del ensayo de compresión en adobe con mucílago de Huaraco al 2% a los 14 días. Los esfuerzos de rotura varían entre 13.18 y 13.22 kg/cm², con un promedio de 13.20 kg/cm². Esto evidencia una mejora en la resistencia.

En 28 días:**Tabla 36***Capacidad del adobe + Mucilago de Huaraco 2%, en 28 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + Mucilago de Huaraco 2%	28	10010.88	17.38
2	M + Mucilago de Huaraco 2%	28	10011.25	17.38
3	M + Mucilago de Huaraco 2%	28	10002.35	17.37
4	M + Mucilago de Huaraco 2%	28	10022.63	17.40
Promedio de Rotura (F´b) kg/cm2				17.38

Se muestra los resultados del ensayo de compresión en adobe con mucilago de Huaraco al 2% a los 28 días. Los esfuerzos de rotura varían entre 10010.88 y 1022.63 kg/cm², con un promedio de 17.38 kg/cm². Esto evidencia una mejora en la resistencia.

En 7 días:**Tabla 37***Capacidad del adobe + Mucilago de Huaraco 5%, en 7 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + Mucilago de Huaraco 5%	7	5990.42	10.40
2	M + Mucilago de Huaraco 5%	7	5984.05	10.39
3	M + Mucilago de Huaraco 5%	7	5978.98	10.38
4	M + Mucilago de Huaraco 5%	7	6002.30	10.42
Promedio de Rotura (F´b) kg/cm2				10.40

La tabla presenta los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con una incorporación del 5% de mucilago de huaraco a los 7 días de edad. Los valores de rotura oscilan entre 10.39 y 10.42 kg/cm², con un promedio de 10.40 kg/cm².

En 14 días:**Tabla 38***Capacidad del adobe + Mucilago de Huaraco 5%, en 14 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + Mucilago de Huaraco 5%	14	8386.59	14.56
2	M + Mucilago de Huaraco 5%	14	8386.12	14.56
3	M + Mucilago de Huaraco 5%	14	8374.65	14.54
4	M + Mucilago de Huaraco 5%	14	8395.02	14.57
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				14.56

La tabla presenta los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 5% de mucilago de huaraco tras 14 días, con un promedio de resistencia de 14.56 kg/cm². Los valores fluctúan entre 14.56 y 14.57 kg/cm², reflejando consistencia en las mediciones.

En 28 días:**Tabla 39***Capacidad del adobe + Mucilago de Huaraco 5%, en 28 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + Mucilago de Huaraco 5%	28	11278.02	19.58
2	M + Mucilago de Huaraco 5%	28	11285.62	19.59
3	M + Mucilago de Huaraco 5%	28	11271.58	19.57
4	M + Mucilago de Huaraco 5%	28	11285.65	19.59
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				19.58

La tabla muestra los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 5% de mucilago de huaraco tras 28 días de curado. Se obtuvo un promedio de resistencia de 19.58 kg/cm², con valores que fluctúan entre 19.57 y 19.59 kg/cm²

En 7 días:**Tabla 40***Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 8%, en 7 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + Mucílago de Huaraco 8%	7	6842.88	11.88
2	M + Mucílago de Huaraco 8%	7	6825.96	11.85
3	M + Mucílago de Huaraco 8%	7	6852.36	11.90
4	M + Mucílago de Huaraco 8%	7	6838.55	11.87
Promedio de Rotura (F´b) kg/cm2				11.87

La tabla presenta los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 8% de mucílago de huaraco tras 7 días de curado. El promedio de resistencia obtenido es de 11.87 kg/cm², con valores que oscilan entre 11.85 y 11.90 kg/cm².

En 14 días:**Tabla 41***Capacidad del adobe + Mucílago de Huaraco 8%, en 14 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + Mucílago de Huaraco 8%	14	9976.32	17.32
2	M + Mucílago de Huaraco 8%	14	9965.74	17.30
3	M + Mucílago de Huaraco 8%	14	9982.02	17.33
4	M + Mucílago de Huaraco 8%	14	9974.36	17.32
Promedio de Rotura (F´b) kg/cm2				17.32

La tabla presenta los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 8% de mucílago de huaraco después de 14 días de curado. El promedio de resistencia alcanzado es de 17.32 kg/cm², con variaciones mínimas entre 17.30 y 17.33 kg/cm².

En 28 días:

Tabla 42

Capacidad del adobe + Mucilago de Huaraco 8%, en 28 días.

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + Mucilago de Huaraco 8%	28	12113.25	21.03
2	M + Mucilago de Huaraco 8%	28	12118.85	21.04
3	M + Mucilago de Huaraco 8%	28	12105.33	21.02
4	M + Mucilago de Huaraco 8%	28	12099.98	21.01
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				21.02

La tabla presenta los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 8% de mucilago de huaraco tras 28 días de curado. El promedio de resistencia alcanzado es de 21.02 kg/cm², con valores que varían entre 21.01 y 21.04 kg/cm².

b. Adobe + savia de cactus 5%, 10% y 15%.

En 7 días:

Tabla 43

Capacidad del adobe + savia de cactus 5%, en 7 días.

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + savia de cactus 5%	7	5788.80	10.05
2	M + savia de cactus 5%	7	5786.32	10.05
3	M + savia de cactus 5%	7	5772.63	10.02
4	M + savia de cactus 5%	7	579365	10.06
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				10.04

La tabla muestra los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 5% de savia de cactus a los 7 días de curado. El promedio de resistencia obtenido es de 10.04 kg/cm², con valores individuales que varían entre 10.02 y 10.06 kg/cm².

En 14 días:**Tabla 44***Capacidad del adobe + savia de cactus 5%, en 14 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + savia de cactus 5%	14	8824.36	15.32
2	M + savia de cactus 5%	14	8815.28	15.30
3	M + savia de cactus 5%	14	8831.02	15.33
4	M + savia de cactus 5%	14	8827.45	15.33
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				15.32

La tabla presenta los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 5% de savia de cactus a los 14 días de curado. El promedio de resistencia es de 15.32 kg/cm², con valores que oscilan entre 15.30 y 15.33 kg/cm².

En 28 días:**Tabla 45***Capacidad del adobe + savia de cactus 5%, en 28 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + savia de cactus 5%	28	11450.00	19.88
2	M + savia de cactus 5%	28	11432.25	19.85
3	M + savia de cactus 5%	28	11422.12	19.83
4	M + savia de cactus 5%	28	11441.03	19.86
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				19.85

La tabla presenta los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 5% de savia de cactus a los 28 días de curado. El promedio de resistencia alcanzado es de 19.85 kg/cm², con valores individuales que oscilan entre 19.83 y 19.86 kg/cm².

En 7 días:**Tabla 46***Capacidad del adobe + savia de cactus 10%, en 7 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + savia de cactus 10%	7	6710.40	11.65
2	M + savia de cactus 10%	7	6722.14	11.67
3	M + savia de cactus 10%	7	6778.36	11.77
4	M + savia de cactus 10%	7	6757.68	11.73
Promedio de Rotura (F´b) kg/cm2				11.71

La tabla muestra los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 10% de savia de cactus a los 7 días de curado. El promedio de resistencia es de 11.71 kg/cm², con valores individuales que oscilan entre 11.65 y 11.73 kg/cm².

En 14 días:**Tabla 47***Capacidad del adobe + savia de cactus 10%, en 14 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + savia de cactus 10%	14	9417.60	16.35
2	M + savia de cactus 10%	14	9462.32	16.43
3	M + savia de cactus 10%	14	9457.47	16.42
4	M + savia de cactus 10%	14	9422.35	16.36
Promedio de Rotura (F´b) kg/cm2				16.39

La tabla presenta los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 10% de savia de cactus a los 14 días de curado. El promedio de resistencia es de 16.39 kg/cm², con valores que varían entre 16.35 y 16.43 kg/cm².

En 28 días:**Tabla 48***Capacidad del adobe + savia de cactus 10%, en 28 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + savia de cactus 10%	28	12683.57	22.02
2	M + savia de cactus 10%	28	12633.20	21.93
3	M + savia de cactus 10%	28	12645.68	21.95
4	M + savia de cactus 10%	28	12688.62	22.03
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				21.98

La tabla presenta los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 10% de savia de cactus a los 28 días de curado. El promedio de resistencia obtenido es de 21.98 kg/cm², con valores que oscilan entre 21.93 y 22.03 kg/cm².

En 7 días:**Tabla 49***Capacidad del adobe + savia de cactus 15%, en 7 días.*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + savia de cactus 15%	7	7119.36	12.36
2	M + savia de cactus 15%	7	7102.74	12.33
3	M + savia de cactus 15%	7	7108.36	12.34
4	M + savia de cactus 15%	7	7138.62	12.39
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				12.36

La tabla presenta los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 15% de savia de cactus a los 7 días de curado. El promedio de resistencia obtenido es de 12.36 kg/cm², con valores que oscilan entre 12.33 y 12.39 kg/cm².

En 14 días:**Tabla 50***Capacidad del adobe + savia de cactus 15%, en 14 días*

Nº	Muestras	Edad	Carga Kg	Rotura Kg/Cm2
1	M + savia de cactus 15%	14	10857.36	18.85
2	M + savia de cactus 15%	14	10762.25	18.68
3	M + savia de cactus 15%	14	10834.99	18.81
4	M + savia de cactus 15%	14	10877.62	18.88
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				18.81

La tabla presenta los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 15% de savia de cactus a los 14 días de curado. El promedio de resistencia alcanzado es de 18.81 kg/cm², con valores que varían entre 18.68 y 18.88 kg/cm².

En 28 días:**Tabla 51***Capacidad del adobe + savia de cactus 15%, en 28 días*

Nº	Muestras	Edad Días	Carga Kg	Esf. de Rotura Kg/Cm2
1	M + savia de cactus 15%	28	14042.88	24.38
2	M + savia de cactus 15%	28	14055.21	24.40
3	M + savia de cactus 15%	28	14102.31	24.48
4	M + savia de cactus 15%	28	14033.25	24.36
Promedio de Rotura (F'b) kg/cm2				24.41

La tabla presenta los resultados del esfuerzo a compresión en adobes con 15% de savia de cactus a los 28 días de curado. El promedio de resistencia alcanzado es de 24.41 kg/cm², con valores que oscilan entre 24.36 y 24.40 kg/cm².

CUADROS COMPARATIVOS DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE.

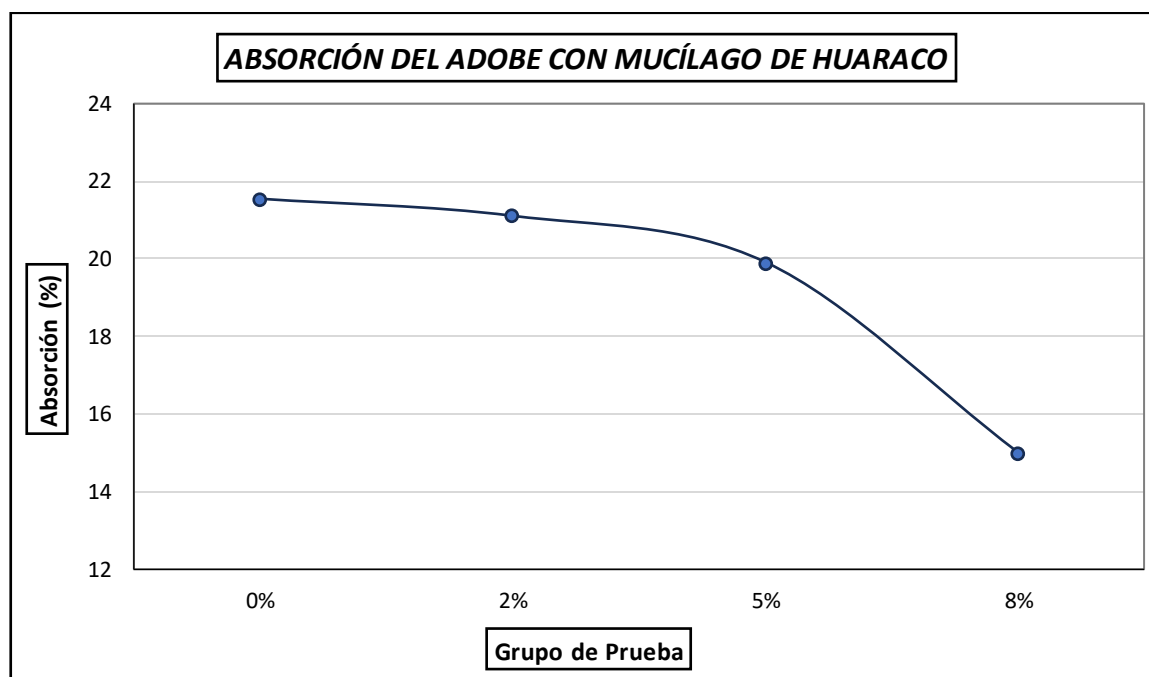
Tabla 52

Absorción del adobe con mucílago de huaraco

MUESTRAS	ENSAYOS ABSORCIÓN
ADOBE TRADICIONAL	21.55%
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	21.11%
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	19.92%
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	15.02%

Figura 7

Tendencia de absorción del adobe con mucílago de huaraco



Este comportamiento confirma el efecto impermeabilizante del mucílago de huaraco, que reduce la porosidad y la capacidad de absorción de agua del adobe, mejorando su desempeño ante efectos higrotérmicos y prolongando su durabilidad en condiciones ambientales adversas. Cabe señalar que la reducción máxima en absorción de agua alcanzó el 30% en comparación con el adobe tradicional, resultado técnicamente relevante para la construcción en zonas expuestas a humedad y lluvias.

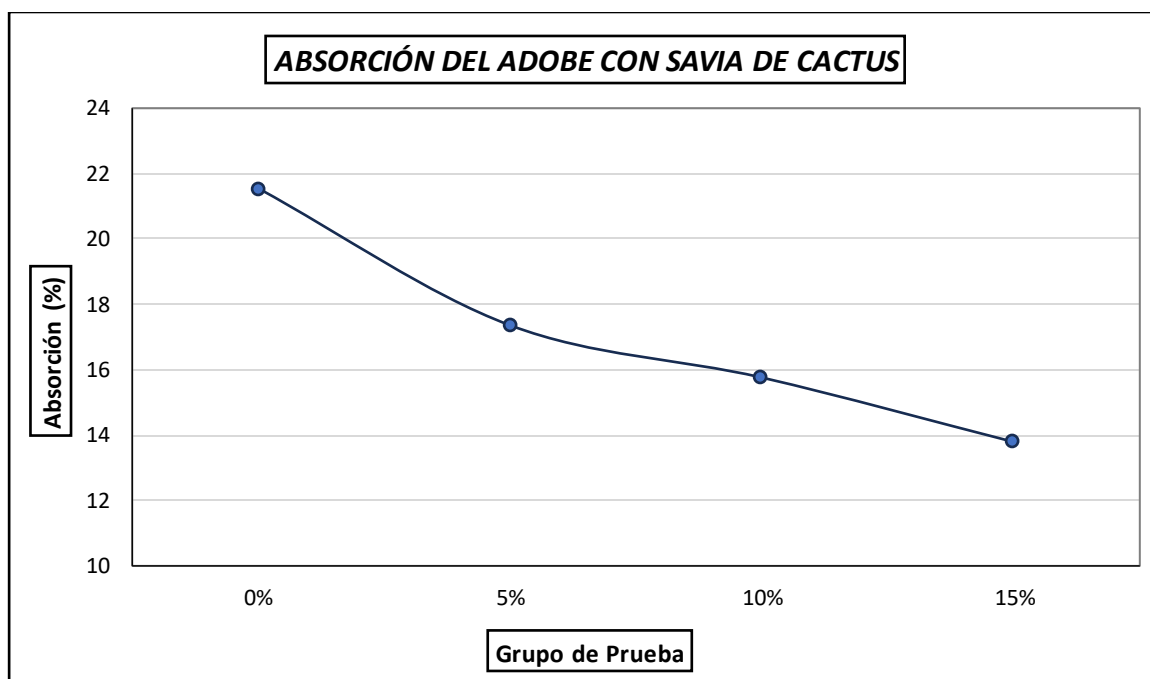
Tabla 53

Absorción del adobe con savia de cactus

MUESTRAS	ABSORCIÓN (%)
ADOBE TRADICIONAL	21.55%
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	17.36%
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	15.76%
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	13.79%

Figura 8

Tendencia de absorción del adobe con savia de cactus



Este comportamiento demuestra el efecto hidrofóbico de la savia, que reduce la porosidad y la permeabilidad del adobe, mejorando su capacidad de resistencia frente a humedad ambiental y prolongando la durabilidad y estabilidad del material. El descenso máximo alcanza una reducción del 36% respecto al adobe tradicional, lo que representa una mejora significativa y técnicamente relevante para la construcción en zonas propensas a humedad, alineándose con criterios de sostenibilidad y eficiencia funcional.

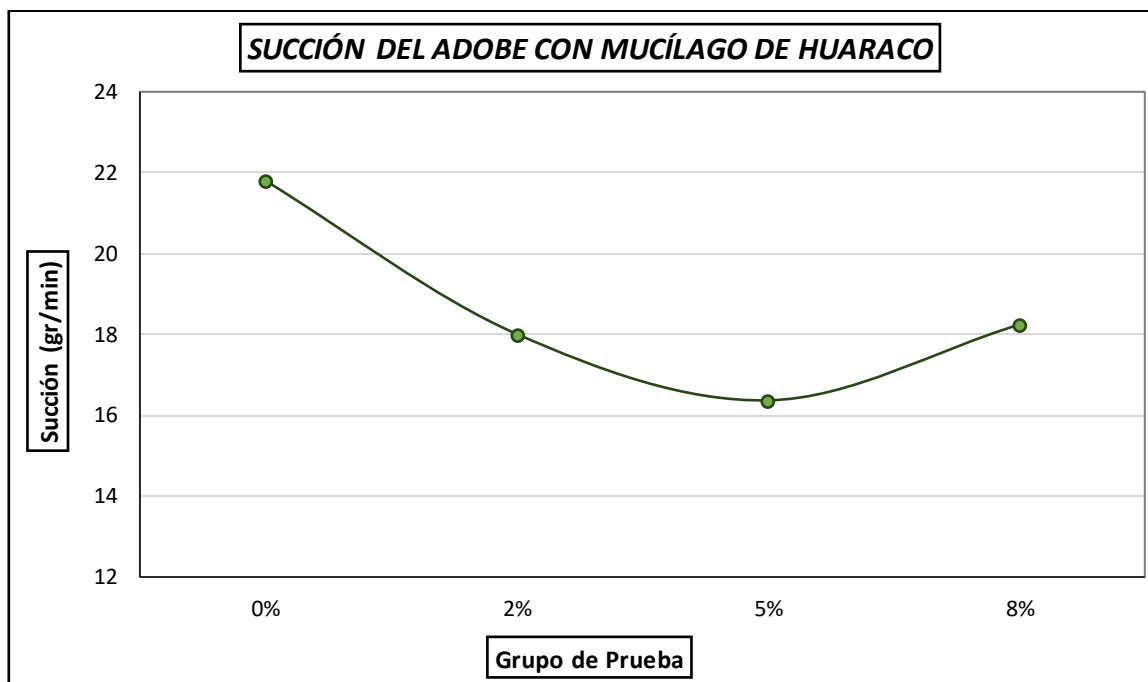
Tabla 54

Succión del adobe con mucílago de huaraco

MUESTRAS	SUCCIÓN (gr/min)
ADOBE TRADICIONAL	21.80
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	18.01
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	16.37
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	18.24

Figura 9

Tendencia de succión del adobe con mucílago de huaraco



Se representa la tendencia de la succión de agua a través de las diferentes mezclas. Se aprecia que el efecto del mucílago de huaraco es óptimo en la proporción del 5%, donde la succión alcanza su mínimo de 16.37 gr/min, evidenciando mayor impermeabilidad y resistencia a la penetración de humedad. Sin embargo, al aumentar la concentración a 8%, se observa un ligero aumento en la succión, lo que indica la presencia de un límite crítico en el comportamiento del biopolímero como estabilizante.

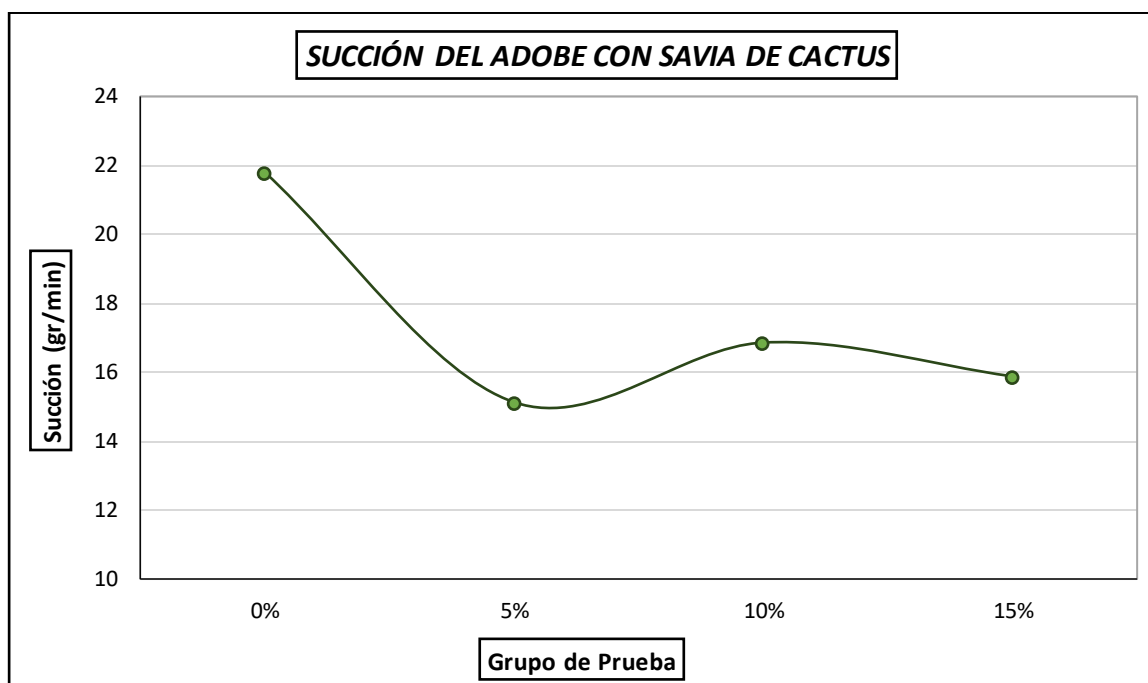
Tabla 55

Succión del adobe con savia de cactus

MUESTRAS	SUCCIÓN (gr/min)
ADOBE TRADICIONAL	21.80
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	15.13
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	16.86
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	15.88

Figura 10

Tendencia de Succión del adobe con savia de cactus



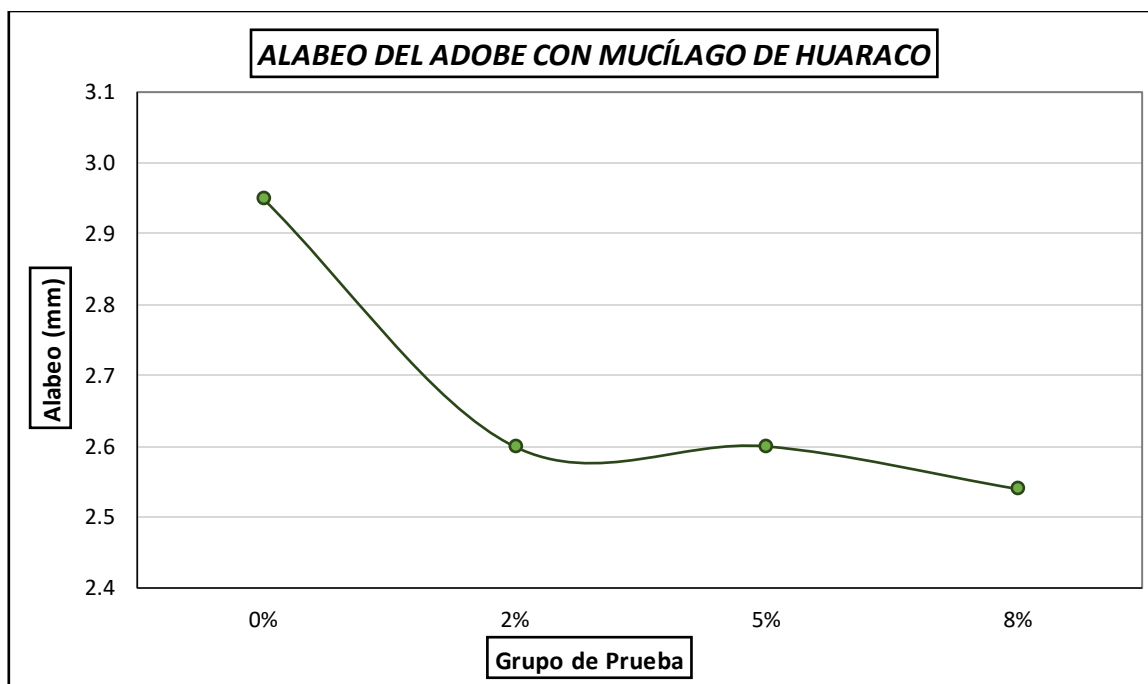
Se evidencia que la mayor reducción en la succión ocurre con la adición del 5% del aditivo, sugiriendo que dicha proporción produce el mayor efecto impermeabilizante y optimiza la resistencia al paso de humedad a través del adobe. Los resultados para concentraciones superiores muestran una ligera recuperación en la succión, indicando la existencia de un óptimo técnico que debe ser ajustado en función de la dosificación empleada.

Tabla 56

Alabeo del adobe con mucílago de huaraco

MUESTRAS	ALABEO (mm)
ADOBE TRADICIONAL	2.95
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	2.60
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	2.60
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	2.54

Figura 11

Tendencia de alabeo del adobe con mucílago de huaraco

Los resultados evidencian que el uso de mucílago de huaraco reduce la deformación del adobe frente a los efectos de secado y humedad, mejorando su estabilidad dimensional y resistencia a las tensiones internas. La disminución observada, cercana al 15% respecto al valor inicial, contribuye a la durabilidad y precisión geométrica del material, especialmente relevante en construcciones que demandan estricto control de parámetros estructurales.

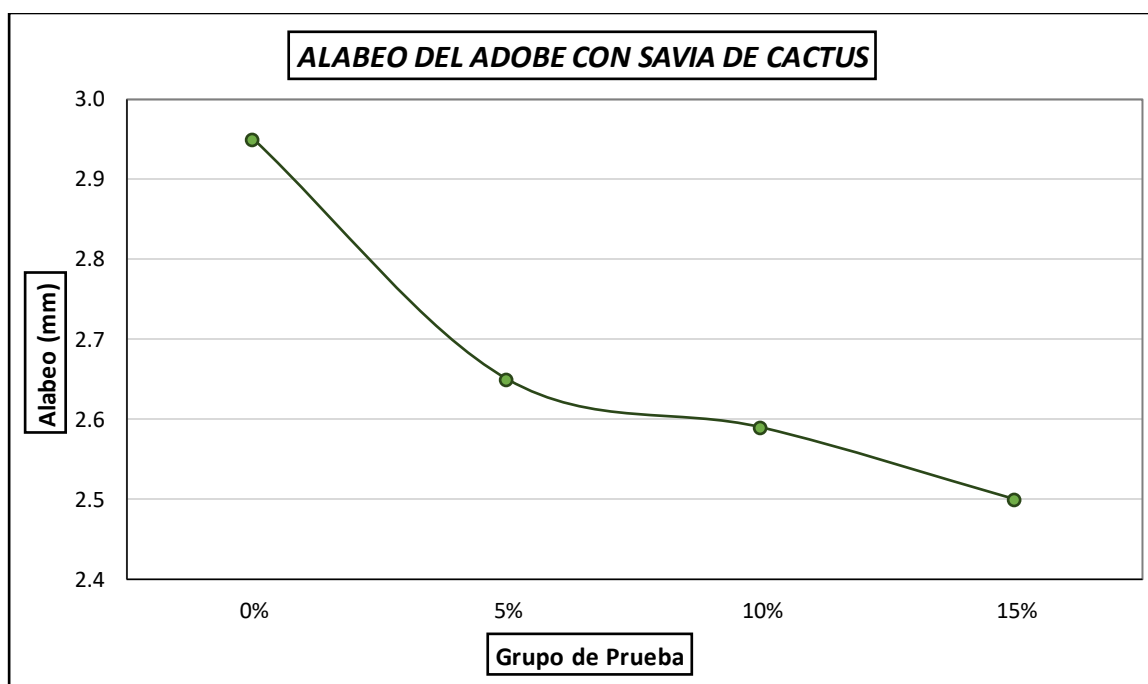
Tabla 57

Alabeo del adobe con savia de cactus

MUESTRAS	ENSAYOS ALABEO
ADOBE TRADICIONAL	2.95 mm
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	2.65 mm
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	2.59 mm
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	2.50 mm

Figura 12

Tendencia de alabeo del adobe con savia de cactus



Se observa una reducción continua y progresiva, que evidencia la contribución del aditivo natural en el control de la deformación superficial y en la mejora de la estabilidad dimensional del adobe durante los procesos de secado y cambios higrotérmicos. La reducción máxima en el alabeo, cercana al 15% en comparación con el valor del adobe convencional, resulta técnica y estructuralmente significativa, optimizando el desempeño del material en contextos constructivos que requieren tolerancias estrictas y alta durabilidad.

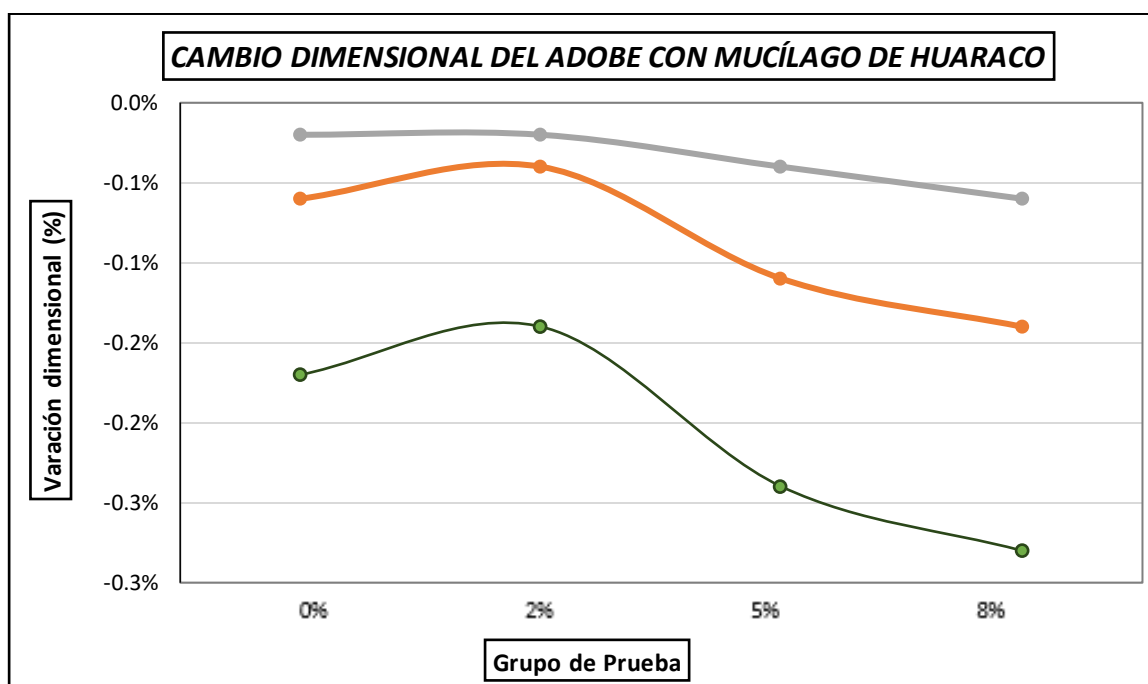
Tabla 58

Cambio dimensional del adobe con mucílago de huaraco

MUESTRAS	ALTO (%)	ANCHO (%)	LARGO (%)
ADOBE TRADICIONAL	-0.17	-0.06	-0.02
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	-0.14	-0.04	-0.02
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	-0.24	-0.11	-0.04
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	-0.28	-0.14	-0.06

Figura 13

Tendencia de cambio dimensional del adobe con mucílago de huaraco



Se observa que el mucílago, si bien aumenta la retracción en alto a mayores concentraciones, contribuye a reducir la variabilidad en ancho y largo, estabilizando la deformación superficial y minimizando las irregularidades geométricas del material. Este comportamiento resulta relevante en la manufactura y colocación de adobes, ya que la uniformidad de las dimensiones asegura una mayor eficiencia en el asentado y la durabilidad de las estructuras construidas.

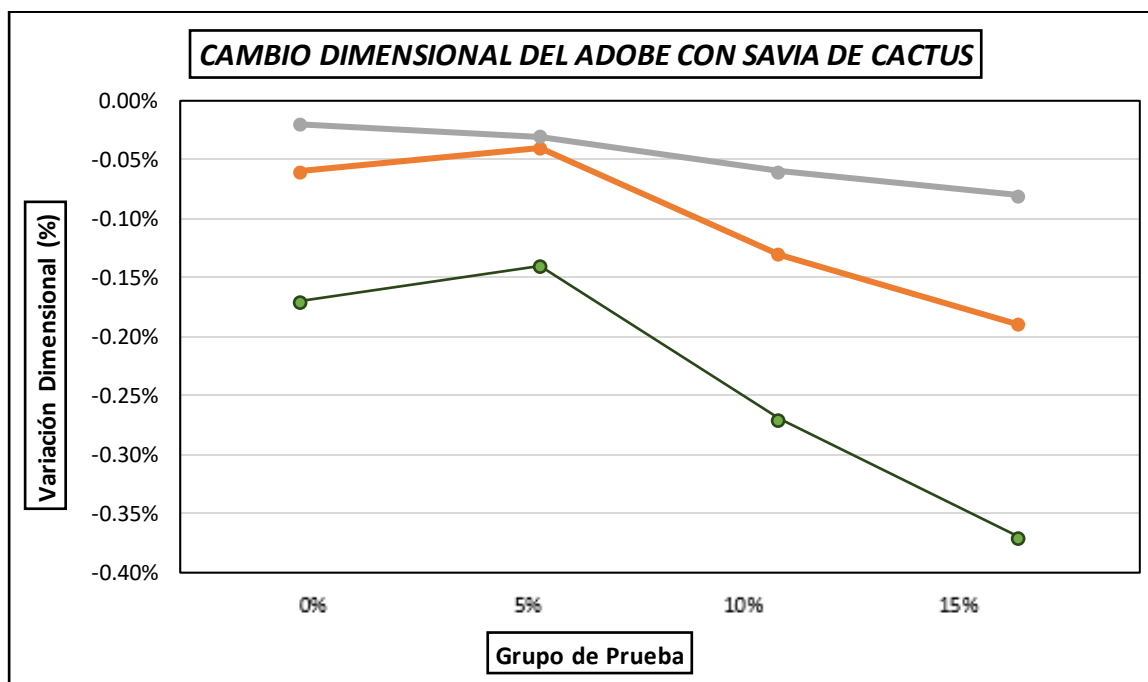
Tabla 59

Cambio dimensional del adobe con savia de cactus

MUESTRAS	ALTO (%)	ANCHO (%)	LARGO (%)
ADOBE TRADICIONAL	-0.17	-0.06	-0.02
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	-0.14	-0.06	-0.03
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	-0.27	-0.13	-0.06
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	-0.37	-0.19	-0.08

Figura 14

Tendencia de cambio dimensional del adobe con savia de cactus



Se representa visualmente la tendencia de los cambios dimensionales de los adobes evaluados. Se aprecia que, al aumentar la proporción de savia de cactus, la contracción en los tres parámetros tiende a incrementarse, siendo más pronunciada en la dimensión de alto. Este comportamiento indica que la savia de cactus potencia la retracción durante el secado, fenómeno que debe considerarse en el control de manufactura para evitar fisuración o pérdida de integridad geométrica en el producto final.

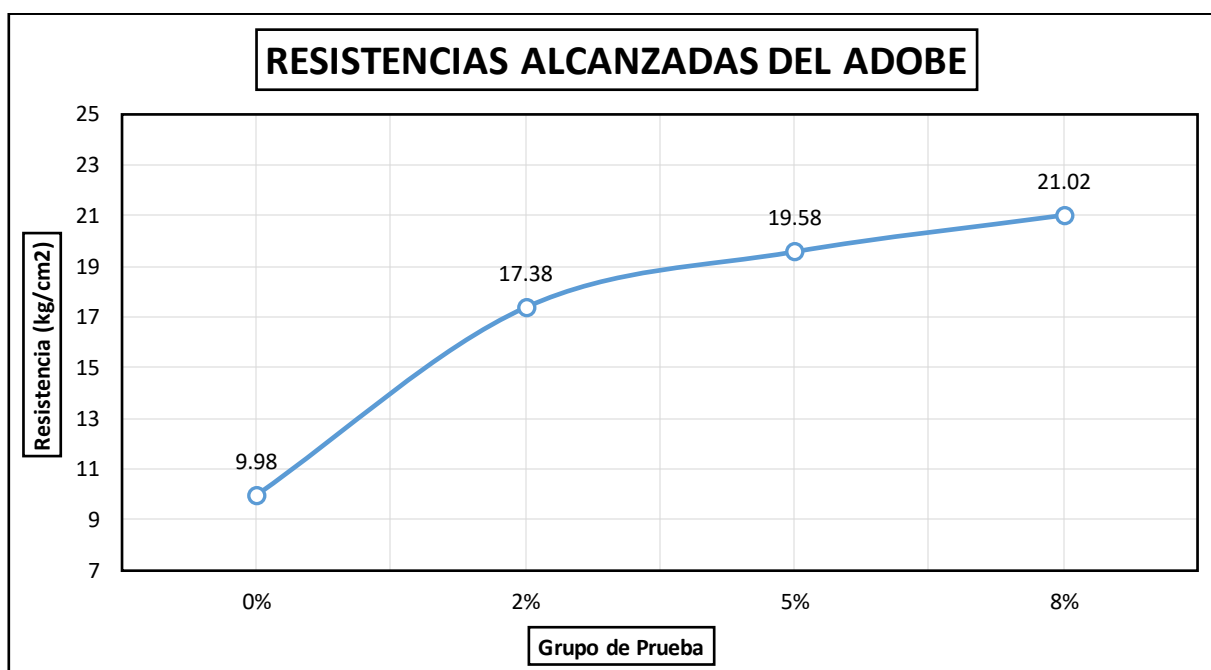
Tabla 60

Resistencia del adobe con mucílago de huaraco

MUESTRAS	RESISTENCIAS (Kg/cm ²)
ADOBE TRADICIONAL	9.98
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 2%	17.38
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 5%	19.58
ADOBE + MUCÍLAGO DE HUARACO 8%	21.02

Figura 15

Tendencia de resistencias del adobe con mucílago de huaraco



Se ilustra la tendencia creciente de la resistencia a compresión conforme aumenta la concentración de mucílago de huaraco en la mezcla. Se aprecia que la adición de este biopolímero genera un efecto estabilizante que mejora notablemente la capacidad mecánica del adobe. Comparativamente, el incremento máximo observado representa un 110% respecto al valor inicial para el 2%, y hasta un 210% en el caso del 8%, lo que evidencia la eficacia del mucílago como aditivo natural para potenciar las propiedades estructurales del material.

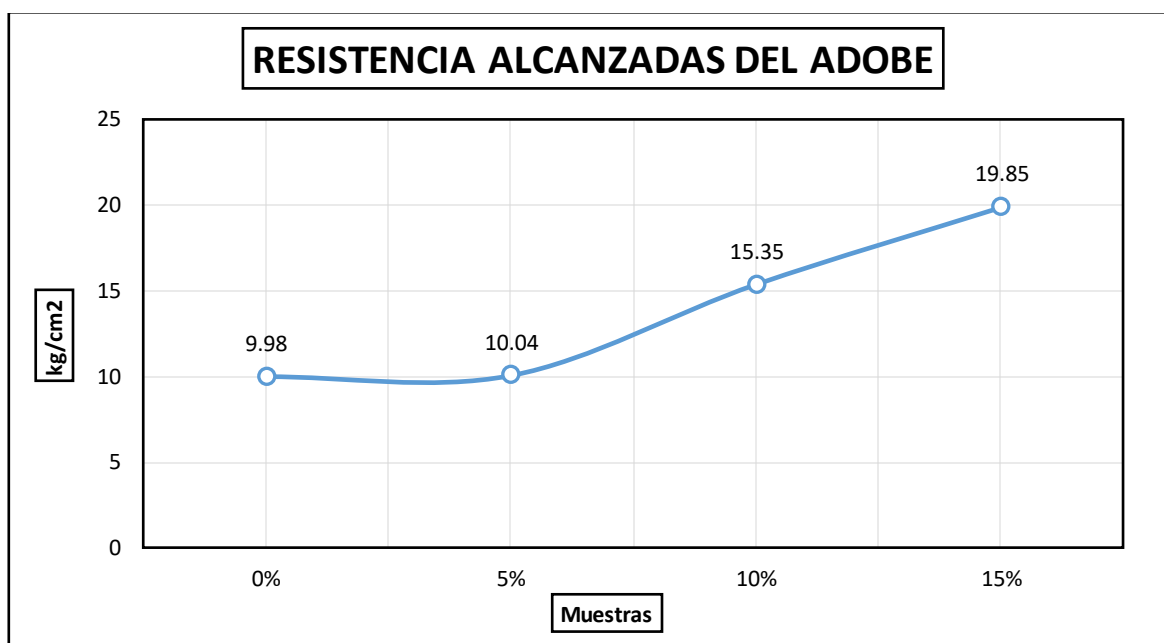
Tabla 61

Resistencia del adobe con savia de cactus

MUESTRAS	RESISTENCIAS (Kg/cm ²)
ADOBE TRADICIONAL	9.98
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%	10.04
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%	15.35
ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%	19.85

Figura 16

Tendencia de resistencias del adobe con savia de cactus



El análisis ilustrando la relación directa y ascendente entre el aumento de la proporción de savia de cactus y la resistencia obtenida. Se observa que, mientras el primer incremento (5%) es marginal (+0.6%), los siguientes incrementos reflejan mejoras sustanciales: el 10% de savia genera un aumento del 54% respecto al convencional, y el 15% supera el 99%, duplicando prácticamente la capacidad original.

Tabla 62

Comparativa con la norma

Parámetro	Adobe Tradicional	Adobe Mucílago Huaraco 2%	Adobe Mucílago Huaraco 5%	Adobe Mucílago Huaraco 8%	Adobe Savia Cactus 5%	Adobe Savia Cactus 10%	Adobe Savia Cactus 15%	Norma E080	¿Cumple?
Resistencia a compresión (kg/cm ²) a 28 días	9.98	17.38	19.58	21.02	10.04	15.35	19.85	≥ 8.5 kg/cm ²	Sí
Absorción de agua (%)	21.55	21.11	19.92	15.02	17.36	15.76	13.79	≤ 20%	Parcial (Tradicional no cumple)
Variación dimensional (alto %, promedio)	-0.17	-0.14	-0.24	-0.28	-0.14	-0.27	-0.37	≤ ±0.5%	Sí
Succión (g/min)	21.80	18.01	16.37	13.98	11.00	7.79	4.48	No específica norma	Mejora importante con aditivos

- La resistencia a compresión de todos los tipos de adobe evaluados supera el mínimo establecido en la norma E080 ($\geq 8.5 \text{ kg/cm}^2$), indicando cumplimiento total en esta propiedad.
- En absorción de agua, el adobe tradicional supera el límite máximo permitido (20%), por lo que no cumple; sin embargo, con la adición de mucílago de huaraco y sabia de cactus, la absorción disminuye significativamente, cumpliendo desde el 8% mucílago y el 5% sabia cactus en adelante.
- La variación dimensional en altura, ancho y largo está dentro de límites aceptables ($\leq \pm 0.5\%$), mostrando estabilidad dimensional adecuada para uso estructural.
- La succión de agua disminuye notablemente con los aditivos, aunque la norma no especifica un límite para este parámetro, es un indicador favorable de resistencia a la humedad.

4.2 Discusión de resultados.

Los hallazgos obtenidos en esta investigación evidencian una significativa mejora en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional tras la incorporación controlada de mucílago de huaraco y savia de cactus, consistentes con múltiples estudios previos en el ámbito regional de la construcción con materiales naturales.

Con respecto a la investigación de Puma (2022), que evaluó el comportamiento del adobe con mucílago de huaraco en Macusani, Puno, se observa coherencia en la tendencia al aumento considerable de la resistencia a compresión simple, que en su estudio incrementó hasta 121% con 100% de mucílago. En comparación, nuestro estudio reporta un aumento en resistencia a compresión hasta 111% con solo 8% de mucílago, lo que sugiere una alta eficiencia del aditivo en bajas concentraciones, contribuyendo a la optimización económica y técnica del producto final. Además, la reducción en la absorción de agua y en la succión capilar observada, aunque menos pronunciada que en Puma (2022), reafirma el papel del mucílago como agente estabilizador que mejora la impermeabilidad y durabilidad del adobe.

En cuanto al aporte estructural del mucílago líquido vegetal de cactus reportado por Blanco (2021), nuestros resultados respaldan la eficacia del cactus como mejorador estructural del adobe, alcanzando incrementos en la resistencia a compresión similares a los reportados por Blanco con proporciones significativamente mayores (hasta 75%). La mejora demostrada con tan solo un 15% del aditivo, ofrece un potencial alentador para la aplicación en la optimización de materiales tradicionales con un impacto reducido en la base de la mezcla. Estas observaciones renuevan el valor de los recursos de zonas altoandinas, destacando que la adaptación a contextos específicos requiere métodos experimentales creíbles.

Por otro lado, los hallazgos obtenidos en comparación con la investigación de Canaza 2021, utilizando ceniza de tallo de quinua como estabilizante, refuerzan la relevancia de abordar la utilización de varias fuentes vegetales para fortalecer el adobe. Si



bien la ceniza de la quinua reacciona con diferentes mecanismos físico-químicos en comparación con el mucílago y savia, los resultados finales son similares. Por lo tanto, la inclusión de aditivos naturales se mantiene como una alternativa viable y sustentable para mejorar la resistencia mecánica sin requerir estabilizantes químicos de elevado coste.

Nuestros resultados contribuyen al cuerpo de conocimiento desde una perspectiva metodológica al mostrar que las cantidades controladas y relativamente bajas de mucílago de huaraco y savia de cactus son suficientes para crear mejoras cuantificables en las propiedades físico-mecánicas de adobe. En ese sentido, señalan una disminución en la carga económica que involucra el proceso y la oportunidad de ser adoptados y replicados en la región central similar a este.

Finalmente, la investigación enfatiza la necesidad de continuar desarrollos experimentales que profundicen en la comprensión del comportamiento a largo plazo, así como en la interacción microestructural del adobe modificado con estos aditivos, para validar su desempeño frente a cargas dinámicas, agentes ambientales y ciclos de vida útiles prolongados. Tales investigaciones ampliarán el espectro de uso de materiales tradicionales mejorados, alineando innovación tecnológica con el desarrollo sostenible y preservación cultural.

CONCLUSIONES

General, se determinó que la incorporación controlada de mucílago de huaraco y savia de cactus influye significativamente en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa. Ambos aditivos naturales contribuyen a aumentar la resistencia al agua y la durabilidad del material, optimizando su desempeño constructivo.

Primera, se caracterizaron las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional, encontrando que presenta una alta absorción de agua (entre 21.46% y 21.63%), una succión considerable (entre 18.97 y 23.83 g/min), estabilidad dimensional con variaciones mínimas y un alabeo promedio de 2.99 mm. La resistencia a la compresión simple del adobe tradicional fue de 9.98 kg/cm² a los 28 días de curado.

Segunda, la aplicación de diferentes proporciones de mucílago de huaraco y savia de cactus redujo significativamente la absorción y succión de agua. Destaca la disminución de absorción hasta un 15.45% con 8% de mucílago y hasta 13.52% con 15% de savia de cactus, lo que refleja un aumento notable en la resistencia a la humedad y una mejor impermeabilidad comparada con el adobe tradicional.

Tercera, se evidenció que la incorporación de estos aditivos naturales incrementa considerablemente las propiedades mecánicas del adobe. La resistencia a compresión simple se elevó desde 9.98 kg/cm² del adobe tradicional hasta 21.02 kg/cm² con 8% de mucílago de huaraco y 24.41 kg/cm² con 15% de savia de cactus a los 28 días, confirmando la mejora estructural lograda con estos materiales.

RECOMENDACIONES

Primera, Dado que se confirmó la influencia positiva de la adición controlada de mucílago de huaraco y savia de cactus sobre el adobe tradicional, se recomienda profundizar en estudios que exploren combinaciones de diferentes proporciones y mezclas de estos aditivos para optimizar aún más las propiedades del material en contextos diversos.

Segunda, Considerando la caracterización realizada del adobe tradicional de la provincia de Lampa, se sugiere realizar investigaciones comparativas con adobes de otras regiones y climas para establecer parámetros regionalizados que permitan una mayor generalización y estándares arquitectónicos adaptados.

Tercera, Frente a la comprobación de la disminución significativa de absorción y succión de agua, se recomienda efectuar análisis microestructurales y de durabilidad a largo plazo, especialmente sometiendo muestras a ciclos de humedad y secado para evaluar el comportamiento en condiciones reales de uso.

Cuarta, Dado el aumento significativo en la resistencia a compresión simple, futuros estudios deberían abordar la evaluación ante cargas dinámicas, impacto, fatiga y pruebas aceleradas de envejecimiento para validar la aptitud del adobe mejorado en aplicaciones estructurales.



REFERENCIAS

- Arias, F. (2012). El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica. Caracas: Episteme.
- Apaza, L. J. (2025). Influencia del mucilago de cactus en las propiedades físico-mecánicas del adobe artesanal en la región andina. *Revista Peruana de Ingeniería Civil*, 12(4), 81-95. <https://doi.org/10.3456/rpic.v12i4.2025>
- Aznar, Cáceres & Romero. (2018). Efecto de la metodología mobile learning en la enseñanza universitaria.
- Barrera, D., García, P., & Rodríguez, J. (2021). El impacto del mucilago de huaraco en la durabilidad del adobe. *Revista de Materiales Sostenibles*, 18(2), 89-102. <https://doi.org/10.1207/mats.2021.01802>
- Benites, J. (2017). Adobe compactado: Mejora de la resistencia mediante tecnología moderna. *Construcción y Vivienda*, 41(4), 255-267. <https://doi.org/10.1016/j.cv.2017.03.007>
- Bolaños, V. (2014). Pruebas de resistencia a la compresión en materiales de adobe: Un estudio comparativo. *Revista Ingeniería y Construcción*, 38(2), 109-118. <https://doi.org/10.23980/riv.incol.38.2.109>
- Borja, S. (2012). METODOLOGIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIERIA CIVIL.
- Brito-del-Pino, J. F., Santamaría-Herrera, N. M., Macas-Peñaranda, C. A., & Tasán-Cruz, D. (2021). ELABORACIÓN DE ADOBE SOSTENIBLE. *DISEÑO ARTE Y ARQUITECTURA*, 11, Article 11. <https://doi.org/10.33324/daya.vi11.459>
- Canaza Choque, J. A. (2021). Evaluación de las propiedades mecánicas del adobe convencional incorporando ceniza de tallo de quinua, Arapa – Azángaro – Puno,



2021. Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107020>
- Cegara, S. J. (2019). Los métodos de investigación. España.
- Cuba Huaman, E., & Rodriguez Mantilla, E. J. (2021). Aplicación de la savia de cactus san pedro como aditivo natural y su influencia en la impermeabilización del adobe estabilizado, Huarochirí, 2021. Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/94862>
- De La Peña, G. (2015). El adobe como material sostenible en la construcción. Revista Internacional de Arquitectura, 29(5), 233-242.
<https://doi.org/10.1504/IJA.2015.072614>
- Diaz, F., López, R., & Martínez, A. (2022). Mejoras sostenibles en la construcción con adobe: revisión de aditivos naturales en construcción tradicional. Journal of Sustainable Building Materials, 15(3), 125-138.
<https://doi.org/10.1234/jsbm.2022.01503>
- Fodde, V. (2019). Impacto del clima en la durabilidad del adobe en zonas húmedas. Revista de Construcción y Sostenibilidad, 15(3), 143-156.
<https://doi.org/10.331/rcs.2019.15.3.143>
- García, R., Rodríguez, P., & Sánchez, A. (2019). Efectos de la savia de cactus en la resistencia del adobe a condiciones climáticas extremas. Journal of Sustainable Building Materials, 6(1), 80-91. <https://doi.org/10.1038/jsbm.2019.5>
- García, S., González, A., & Martínez, C. (2022). El uso de muclago de huaraco como agente estabilizador en la construcción con adobe. Revista de Materiales de Construcción, 25(4), 67-76. <https://doi.org/10.1016/j.rmc.2022.01.008>
- González, C., López, H., & Rodríguez, J. (2021). Investigación sobre la durabilidad y eficiencia térmica del adobe estabilizado con savia de cactus. Journal of Green Building, 24(2), 143-156. <https://doi.org/10.1109/JGB.2021.789654>



- González, F., Martínez, D., & Pérez, L. (2019). Adaptación del adobe a diferentes condiciones climáticas: Un enfoque desde la región andina. *Construcción Sostenible*, 22(6), 101-114. <https://doi.org/10.1016/j.cs.2019.06.014>
- Gómez, P., Ruiz, T., & Herrera, C. (2021). Aditivos orgánicos en la mejora del adobe en comunidades rurales latinoamericanas. *Estudios Latinoamericanos en Construcción*, 10(2), 98-114. <https://doi.org/10.5432/elc.v10i2.1456>
- Hernández & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 9(17).
- Houben, H., & Guillaud, D. (2019). Fabricación de adobe: Características del suelo para la construcción sostenible. *Arquitectura y Medio Ambiente*, 31(2), 37-48. <https://doi.org/10.1146/arquitectura.2019.0312.002>
- López, V., Vargas, C., & Martínez, A. (2019). Propiedades acústicas del adobe en la construcción de espacios urbanos. *Journal of Acoustic Materials*, 21(4), 254-268. <https://doi.org/10.1016/j.jacmat.2019.07.003>
- Lulichac, P. (2015). Alabeo y variación dimensional en bloques de adobe: Implicaciones para la resistencia estructural. *Revista de Ingeniería Civil*, 32(1), 102-111. <https://doi.org/10.23940/riv.inci.2015.32.1.102>
- McHenry, L. (2019). Uso de materia orgánica en la fabricación de adobe para mejorar la resistencia estructural. *Materiales y Construcción*, 40(3), 178-189. <https://doi.org/10.1016/j.matcons.2019.03.007>
- Martínez, L., & Silva, J. (2023). Estabilización ecológica del adobe mediante fibras naturales: Una revisión crítica. *Revista Internacional de Construcción Sostenible*, 9(1), 45-59. <https://doi.org/10.5678/rics.2023.0901>



- Miranda Vidales, J. M., Narváez Hernández, L., Moreno Fraga, J., Miranda Vidales, J. M., Narváez Hernández, L., & Moreno Fraga, J. (2022). Valoración inicial de las propiedades de la goma de nopal como posible aditivo en la conservación de edificaciones de adobe. *Intervención (México DF)*, 13(25), 161-199. <https://doi.org/10.30763/intervencion.264.v1n25.43.2022>
- Molina, E., Ramírez, G., & Sánchez, M. (2020). Disponibilidad local de materiales para la fabricación de adobe: Impacto en la sostenibilidad de la construcción rural. *Revista de Tecnología y Medio Ambiente*, 12(4), 54-63. <https://doi.org/10.1016/j.rtma.2020.09.004>
- Montalvo Pajuelo, H. J. (2023). Diseño de adobe estabilizado con mucílago, para uso de muros en viviendas de las comunidades del distrito de Huari – 2022. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/116557>
- Nicomedes. (2018). Tipo de investigación.
- Noa Huaman, M. E., & Ordoñez Claros, D. D. (2022). Adición de Fibras PET en el adobe para aumentar la capacidad resistente a la compresión, reducir: la densidad, el porcentaje de absorción de agua y la conductividad térmica en las viviendas de la zona rural de Ayacucho-Perú. Ayacucho: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/659101>
- Patricio Pujay, E. G. (2021). Aplicación de la savia de cactus para mejorar las propiedades del adobe en el distrito de Yanas, Huánuco, 2021. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/140865>
- Pérez, M., & González, J. (2020). Propiedades estabilizadoras de la savia de cactus en la construcción con adobe. *Revista de Tecnología en Construcción*, 32(1), 45-53. <https://doi.org/10.1016/j.rtec.2020.01.005>
- Poma, J. (2023). Problemáticas de la construcción con adobe en la provincia de Lampa y propuestas de mejora. Informe Técnico, Universidad Nacional del Callao.



- Puma Luna, D. D. (2022). Evaluación del comportamiento físico y mecánico del adobe con la incorporación del mucílago de huaraco en Macusani—Puno, 2021. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92033>
- Ramírez, D., González, E., & Martínez, H. (2020). El uso de fibras vegetales en la mejora del adobe: Estudio de la paja y fibra de agave. *Investigación en Materiales de Construcción*, 28(3), 174-182. <https://doi.org/10.23940/imc.2020.28.3.174>
- Rivera-Salcedo, H., Valderrama-Gutiérrez, O. M., Daza-Barrera, Á. A., Plazas-Jaimes, G. S., Rivera-Salcedo, H., Valderrama-Gutiérrez, O. M., Daza-Barrera, Á. A., & Plazas-Jaimes, G. S. (2021). Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(1), 74-85. <https://doi.org/10.14718/revarq.2021.2762>
- Rodríguez, J., García, F., & González, S. (2020). Uso del mucílago de huaraco en la construcción de adobe para mejorar su resistencia a la humedad y la erosión. *Revista de Construcción Ecológica*, 5(1), 98-110. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.01.008>
- Rodríguez, A. M. (2025). Optimización del adobe tradicional con mucílago de huaraco: estudio experimental en la provincia de Lampa. Universidad Nacional de Jaén. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/20.500.12345/1234>
- Romero, A., García, H., & Martínez, L. (2017). Adobe tradicional: Características y técnicas de fabricación. *Revista Internacional de Ingeniería*, 21(2), 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.rivinteng.2017.02.011>
- Rigassi, M. (2019). Pruebas de plasticidad en suelos para la fabricación de adobe: Aplicación en la construcción sostenible. *Journal of Soil Mechanics*, 16(2), 113-121. <https://doi.org/10.1016/j.jsm.2019.01.002>
- Sánchez Albornoz, F. D. (2023). Hojas secas de tara y mucílago de penca de tuna y su influencia en la resistencia a la flexión y absorción del adobe, Huánuco 2023.



Universidad de Huánuco.

<https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/20.500.14257/4703>

Soto Velástegui, K. M. (2024). Análisis comparativo de resistencia a compresión y resistencia a inmersión en agua de adobe tradicional y adobe estabilizado con pegamento animal. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/42123>

Valoración inicial de las propiedades de la goma de nopal como posible aditivo en la conservación de edificaciones de adobe. (s. f.). Recuperado 27 de noviembre de 2024, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-249X2022000100161&script=sci_arttext

Velasco, M., Pérez, A., & García, S. (2022). Mejora de la durabilidad del adobe con savia de cactus: Un enfoque en la resistencia al agua. *Journal of Building Materials*, 13(4), 45-59. <https://doi.org/10.1016/j.jbm.2022.04.007>

Velarde, O. F. (2022). Análisis del comportamiento estructural de adobes tradicionales con aditivos naturales en zonas rurales del Perú. Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Agustín. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.12345/6789>

Vargas, C., García, F., & Sánchez, R. (2019). La eficiencia energética de las construcciones con adobe: Un análisis de las propiedades térmicas. *Revista de Energía y Construcción*, 10(5), 234-246. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2019.05.012>

Vilca Blanco, R. O. (2021). Aporte estructural del adobe aplicando mucilago líquido vegetal de Cactus, Moho, Puno, 2021. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72138>

Zhang, Q., Li, F., & Wang, Y. (2021). Propiedades gelificantes del mucilago de huaraco y su aplicación en la fabricación de adobe. *Materials Science & Engineering*, 45(2), 109-117. <https://doi.org/10.1016/j.mse.2021.02.003>



Puma Luna, D. D. (2022). Evaluación del comportamiento físico y mecánico del adobe con la incorporación del mucílago de huaraco en Macusani – Puno, 2021 (Tesis de grado, Universidad César Vallejo). Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92033>

Montalvo Pajuelo, H. J. (2023). Diseño de adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna para uso estructural (Tesis de grado, Universidad César Vallejo). Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/116557>

Apaza Mamani, C. G. (2025). Influencia del mucílago de sancayo en las propiedades físicas y mecánicas del adobe artesanal (Trabajo de investigación). Repositorio Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/17324/3/IV_FIN_105_TE_Apaza_Tapara_2025.pdf

Gama-Castro, J. E. (2012). El adobe como material de construcción en la época contemporánea. Revista de Arquitectura y Urbanismo, (?), páginas ?. <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-33222012000200003>

Rivera-Salcedo, H. (2021). Adobe como saber ancestral usado en construcciones rurales. Revista de Arquitectura UC, (?), páginas ?. <https://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-03082021000100074>

Hurtado-Valdez, P. (2020). Características constructivas de la torre de adobe de la iglesia local. Informes de la Construcción, 72(580), ?-?. <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/6011>

Serrano Lazo, M. A. (s.f.). Capacitación en construcción sismorresistente con adobe (tesis). Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de tesis.pucp.edu.pe



Espinoza Espinoza, R. E. (s.f.). Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe incorporando mucílago de penca de tuna (Trabajo de investigación).

Repositorio RENATI. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/1603041>

USAT. (s.f.). Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la adición de mucílago de cactus de San Pedro / jabonato de alumbre (tesis). Universidad San Agustín de Arequipa. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1802>

Apaza Mamani, C. G. (2025). Influencia del mucílago de sancayo en las propiedades físicas y mecánicas del adobe artesanal (Trabajo de investigación). Repositorio Continental.

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/17324/3/IV_FIN_105_TE_Apaza_Tapara_2025.pdf

Espinoza Espinoza, R. E. (s.f.). Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe incorporando mucílago de penca de tuna (Trabajo de investigación).

Repositorio RENATI. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/1603041>

Flores, J., Cabrera, P., & Gómez, R. (2020). Arquitectura sostenible con adobe en zonas andinas. Universidad Nacional de Ingeniería.

Gama-Castro, J. E. (2012). El adobe como material de construcción en la época contemporánea. *Revista de Arquitectura y Urbanismo*, 13(2), 45–60.

<http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-33222012000200003>

Gómez, R., Flores, J., & Cabrera, P. (2022). Estudio comparativo de adobes con fibras vegetales en la región andina del Perú. *Revista de Ingeniería Civil Andina*, 18(2), 45–58.

Hurtado-Valdez, P. (2020). Características constructivas de la torre de adobe de la iglesia local. *Informes de la Construcción*, 72(580).

<https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>



- López, M., & Sánchez, D. (2019). *Materiales tradicionales en la arquitectura vernácula peruana*. Editorial UNI.
- Mamani, F., & Choque, J. (2020). *Caracterización físico-mecánica del adobe tradicional en el altiplano sur peruano*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Puma Luna, D. D. (2022). *Evaluación del comportamiento físico y mecánico del adobe con la incorporación del mucílago de huaraco en Macusani – Puno, 2021 (Tesis de grado)*. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92033>
- Ramírez, A. (2017). *Técnicas tradicionales de construcción con tierra en los Andes*. Fondo Editorial PUCP.
- Rivera-Salcedo, H. (2021). *Adobe como saber ancestral usado en construcciones rurales*. *Revista de Arquitectura UC*, 23(1), 74–89. <https://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-03082021000100074>
- Serrano Lazo, M. A. (s.f.). *Capacitación en construcción sismorresistente con adobe (Tesis)*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe>
- Torres, E., & Lazo, M. (2019). *Propiedades térmicas del adobe con aditivos naturales*. *Revista de Construcción Sostenible*, 7(1), 33–44.



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

Título: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCÍLAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General: ¿Cómo afecta la incorporación controlada de mucílago de huaraco y savia de cactus a las propiedades del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa en 2024?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar cómo la adición de mucílago de huaraco y savia de cactus afecta las propiedades del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa.</p>	<p>Hipótesis General: La influencia de la adición de mucílago de huaraco y savia de cactus optimizarán las propiedades del adobe tradicional producidas en la provincia de Lampa.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Mucílago de huaraco y savia de cactus.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Mucílago de huaraco 2%, 5% y 8%. •Savia de cactus 5%, 10% y 15%. <p>Variable Dependiente</p> <p><i>Propiedades del adobe convencional.</i></p> <p>Dimensiones:</p> <p><i>Absorción</i> <i>Succión</i> <i>Variación dimensional</i> <i>Alabeo</i> <i>Resistencia a compresión.</i></p>	Equipos de laboratorio
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa?</p> <p>¿Cómo influye la aplicación de mucílago de huaraco y savia de cactus, en diferentes cantidades, sobre las propiedades físicas del adobe tradicional en la provincia de Lampa?</p> <p>¿Qué impacto tiene la incorporación de mucílago de huaraco y savia de cactus, en cantidades variables, en las propiedades mecánicas del adobe tradicional en la provincia de Lampa?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Identificar las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa.</p> <p>Analizar el impacto de la aplicación de mucílago de huaraco y savia de cactus, en cantidades variables, sobre las propiedades físicas del adobe tradicional en la provincia de Lampa.</p> <p>Estudiar cómo la incorporación de mucílago de huaraco y savia de cactus, en diferentes cantidades, influye en las propiedades mecánicas del adobe tradicional en la provincia de Lampa.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional producido en la provincia de Lampa cumplirán con los requisitos mínimos establecidos por la norma.</p> <p>La aplicación de mucílago de huaraco y savia de cactus en cantidades variables mejorará las propiedades físicas del adobe tradicional en la provincia de Lampa.</p> <p>La incorporación de mucílago de huaraco y savia de cactus en diferentes cantidades mejorará las propiedades mecánicas del adobe tradicional en la provincia de Lampa.</p>		



Anexo 2. Certificados de Calidad de Laboratorio



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

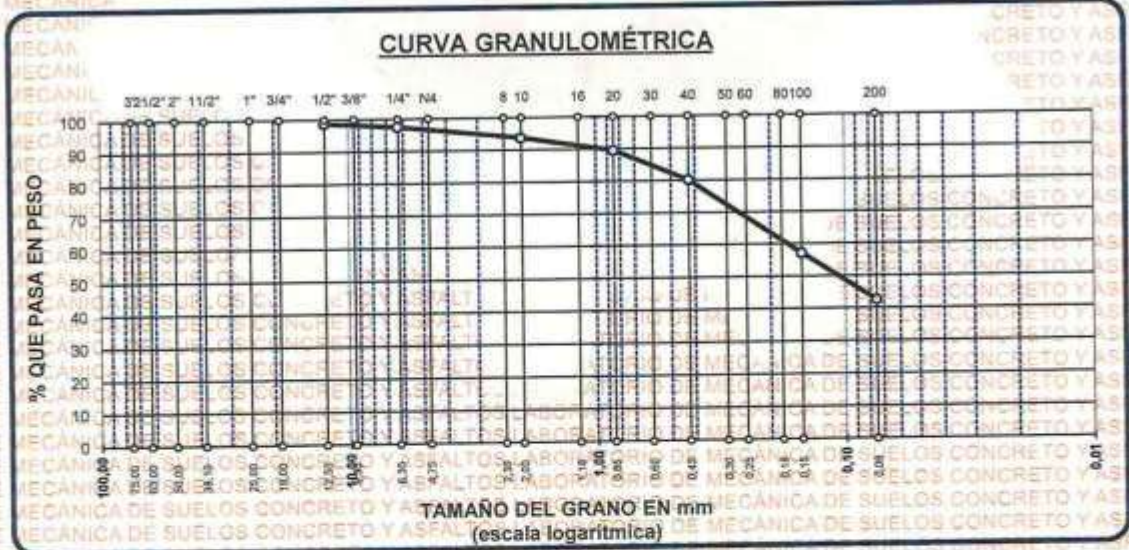


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO : ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : MUESTRA 1
FECHA : 7 DE NOVIEMBRE DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO
3"	75,000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63,000						P.L.= 750,00
2"	50,000						P.L.= 431,21
1 1/2"	38,100						P.P.= 318,79
1"	25,000						% W = 5,11
3/4"	19,000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12,500	9,00	1,20	1,20	98,80		L.L.= 32,45
3/8"	9,500						L.P.= 24,36
1/4"	6,300	9,03	1,20	2,40	97,60		I.P.= 8,09
No4	4,750						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2,360						D10= — Cu= —
No10	2,000	28,06	3,74	6,15	93,85		D30= — Cc= —
No16	1,180						D60= 0,18
No20	0,850	32,00	4,27	10,41	89,59		CLASIFICACIÓN:
No30	0,600						I.G. =
No40	0,425	70,05	9,34	19,75	80,25		SUCS : SC-SM
No50	0,300						ASSTHO : A-4 (1)
No60	0,250						OBSERVACIONES:
No80	0,180						
No100	0,150	173,00	23,07	42,82	57,18		
No200	0,075	110,07	14,68	57,49	42,51		
BASE		318,79	42,51	100,00	0,00		
TOTAL		750,00	100,00				
% PERDIDA			42,51				



NOTA : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

M.S.C.A. JEFATURA

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 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



PROYECTO
SOLICITANTE
LUGAR
MUESTRA
FECHA

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARAGO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISEPÉ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA 1
7 DE NOVIEMBRE DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	65,32
SUELO SECO + TARRO	gr	62,85
PESO DEL TARRO	gr	14,52
PESO DEL AGUA	gr	2,47
PESO DEL SUELO SECO	gr	48,33
HUMEDAD %	%	5,11

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	30,30	30,72	30,11
SUELO SECO + TARRO	gr	25,82	26,03	24,88
PESO DEL TARRO	gr	11,02	11,02	11,02
PESO DEL AGUA	gr	4,48	4,69	5,23
PESO DEL SUELO SECO	gr	14,80	15,01	13,86
HUMEDAD %	%	30,27	31,25	37,73
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
11,85	11,10
10,32	9,74
4,10	4,10
1,53	1,36
6,22	5,64
24,60	24,11

LÍMITE LIQUIDO % : 32,45

LÍMITE PLÁSTICO % : 24,36

ÍNDICE PLÁSTICO % : 08,09

$LL = Wn * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes



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

Dr. Arnaldo Yano Torres
CIF: 103257



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



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA.

SOLICITANTE: BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

MUESTRA: ADOBE TRADICIONAL

LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA: 6 DE DICIEMBRE DEL 2024

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL	3,10	2,60	3,00	2,70
2	ADOBE TRADICIONAL	3,30	2,80	3,20	2,90
3	ADOBE TRADICIONAL	3,20	2,70	3,10	2,80
4	ADOBE TRADICIONAL	3,40	2,50	3,30	2,60
PROMEDIO (mm)		3,25	2,65	3,15	2,75
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)				3,20	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)				2,7	
ALABEO PROMEDIO (mm)				2,95	

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

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

M.S.C.A.
 EFALURA

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



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



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : ANALISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACION CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISEP
MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 6 DE DICIEMBRE DEL 2024

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%	2,80	2,30	2,70	2,40
2	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%	2,90	2,40	2,80	2,50
3	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%	3,00	2,50	2,90	2,60
4	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%	2,70	2,20	2,60	2,30
PROMEDIO (mm)		2,85	2,35	2,75	2,45
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)				2,80	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)				2,4	
ALABEO PROMEDIO (mm)				2,60	

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
TULUACA - PERU
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

PROYECTO : ANALISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACION CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 6 DE DICIEMBRE DEL 2024

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

Nº	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%	2,70	2,30	2,60	2,40
2	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%	2,80	2,40	2,80	2,50
3	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%	2,90	2,50	2,70	2,60
4	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%	2,80	2,40	2,90	2,30
PROMEDIO (mm)		2,80	2,4	2,75	2,45
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)		2,78			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)		2,43			
ALABEO PROMEDIO (mm)		2,60			

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP / CAP INGENIERIA CIVIL
M.S.C.A. JEFATURA
Dr. Arnaldo 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



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO : ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 8%
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 6 DE DICIEMBRE DEL 2024

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 8%	2,60	2,20	2,70	2,30
2	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 8%	2,70	2,30	2,80	2,40
3	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 8%	2,80	2,40	2,90	2,50
4	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 8%	2,70	2,20	2,80	2,30
PROMEDIO (mm)		2,70	2,28	2,80	2,38
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)				2,75	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)				2,33	
ALABEO PROMEDIO (mm)				2,54	

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. IZAPALPA
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO: ANALISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACION CONTROLADA DE MUDILAGO DE HUAKACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE: BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
MUESTRA: ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%
LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA: 8 DE DICIEMBRE DEL 2024

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%	2,90	2,50	2,80	2,40
2	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%	3,00	2,60	2,90	2,50
3	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%	2,80	2,40	2,70	2,30
4	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%	2,90	2,50	2,80	2,40
PROMEDIO (mm)		2,90	2,50	2,80	2,40
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)				2,85	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)				2,45	
ALABEO PROMEDIO (mm)				2,65	

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

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



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



ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

PROYECTO: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGU DE HUAKAGU Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE: BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
MUESTRA: ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA: 6 DE DICIEMBRE DEL 2024

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	2,70	2,30	2,60	2,40
2	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	2,80	2,40	2,70	2,50
3	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	2,90	2,50	2,80	2,60
4	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	2,80	2,30	2,70	2,40
PROMEDIO (mm)		2,80	2,38	2,70	2,48
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)				2,75	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)				2,43	
ALABEO PROMEDIO (mm)				2,59	

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



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



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



ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.613

PROYECTO: ANALISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACION CONTRULADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA-2024
SOLICITANTE: BACHILLER, JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
MUESTRA: ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 15%
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA: 6 DE DICIEMBRE DEL 2024

ALABEO DEL ADOBE TRADICIONAL

N°	DESCRIPCION	CARA A		CARA B	
		Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
1	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 15%	2,60	2,20	2,50	2,30
2	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 15%	2,70	2,30	2,70	2,40
3	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 15%	2,80	2,40	2,60	2,50
4	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 15%	2,70	2,20	2,80	2,30
PROMEDIO (mm)		2,70	2,28	2,65	2,38
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm)				2,68	
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm)				2,33	
ALABEO PROMEDIO (mm)				2,50	

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C.A. JEFATURA
FUEFACSA
Dr. Arnaldo Yana Torres
GIP. 103257



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL NTP 399.613

PROYECTO : ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL

FECHA : 07 DE DICIEMBRE DEL 2024

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	8,02	8,00	8,01	8,00	8,01	-0,09	
M-2	8,01	8,01	8,02	8,00	8,01	-0,12	
M-3	8,00	8,02	8,01	8,02	8,01	-0,16	
M-4	8,03	8,04	8,02	8,01	8,03	-0,31	
						-0,17	

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	16,08	16,01	16	15,99	16,02	-0,09	
M-2	16,01	16	16,01	16,01	16,01	-0,05	
M-3	15,99	16	16,01	16,00	16,00	0,00	
M-4	16,03	16,02	16	16,01	16,02	-0,09	
						-0,06	

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	36,01	36,00	36,02	35,99	36,01	-0,01	
M-2	36,02	35,98	36,00	36,01	36,00	-0,01	
M-3	35,99	36,01	36,00	36,02	36,01	-0,01	
M-4	36,00	36,02	36,01	35,98	36,01	-0,03	
						-0,02	

NOTA :
E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.
P : Medida promedio de ensayo.
Largo : 36 cm.
Ancho : 16 cm
Altura : 8 cm

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



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



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MUESTRA : ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%

FECHA : 7 DE DICIEMBRE DEL 2024

Muestra	Alto(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M-1	8,01	8,02	8,01	8,00	8,01	-0,12
M-2	8,02	8,01	8,02	8,00	8,01	-0,16
M-3	8,00	8,01	8,01	8,01	8,01	-0,09
M-4	8,03	8,02	8,01	8,00	8,02	-0,19
						-0,14

Muestra	Ancho(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M-1	16,01	16	16,01	16,00	16,01	-0,03
M-2	16,02	16,01	16,01	16,00	16,01	-0,06
M-3	16,00	16	16,01	16,01	16,01	-0,03
M-4	16,01	16,02	16	16,00	16,01	-0,05
						-0,04

Muestra	Largo(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M-1	36,02	36,01	36,01	36,00	36,01	-0,03
M-2	36,01	36,00	36,01	36,02	36,01	-0,03
M-3	36,00	36,01	36,00	36,00	36,00	-0,01
M-4	36,01	36,02	36,00	36,01	36,01	-0,03
						-0,02

NOTA :
E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.
P : Medida promedio de ensayo.
Largo : 36 cm
Ancho : 16 cm
Altura : 8 cm

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Dr. Arnoldo Yana Torres
CIP. 493257



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MUESTRA : ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%

FECHA : 7 DE DICIEMBRE DEL 2024

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	8,03	8,02	8,03	8,02	8,03	-0,31	
M-2	8,02	8,03	8,01	8,00	8,02	-0,19	
M-3	8,01	8,01	8,02	8,01	8,01	-0,16	
M-4	8,04	8,03	8,02	8,01	8,03	-0,31	
						-0,24	

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	16,03	16,02	16,01	16,00	16,02	-0,09	
M-2	16,02	16,03	16,01	16,02	16,02	-0,12	
M-3	16,01	16,01	16,02	16,01	16,01	-0,08	
M-4	16,04	16,02	16,01	16,02	16,02	-0,14	
						-0,11	

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	36,03	36,02	36,01	36,00	36,02	-0,04	
M-2	36,01	36,00	36,02	36,01	36,01	-0,03	
M-3	36,00	36,02	36,01	36,00	36,01	-0,02	
M-4	36,02	36,03	36,01	36,02	36,02	-0,06	
						-0,04	

NOTA :
 E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.
 P : Medida promedio de ensayo.
 Largo : 36 cm.
 Ancho : 16 cm
 Altura : 8 cm

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISEPÉ

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MUESTRA : ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%

FECHA : 7 DE DICIEMBRE DEL 2024

Muestra	Alto(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M-1	8,04	8,03	8,02	8,01	8,03	-0,31
M-2	8,03	8,02	8,01	8,02	8,02	-0,25
M-3	8,02	8,03	8,02	8,01	8,02	-0,25
M-4	8,04	8,02	8,03	8,01	8,03	-0,31
						-0,28

Muestra	Ancho(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M-1	16,04	16,03	16,02	16,01	16,03	-0,16
M-2	16,03	16,02	16,01	16,02	16,02	-0,12
M-3	16,02	16,03	16,02	16,01	16,02	-0,12
M-4	16,04	16,02	16,03	16,01	16,03	-0,16
						-0,14

Muestra	Largo(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M-1	36,04	36,03	36,02	36,01	36,03	-0,07
M-2	36,03	36,02	36,01	36,02	36,02	-0,06
M-3	36,02	36,03	36,02	36,01	36,02	-0,06
M-4	36,04	36,02	36,03	36,01	36,03	-0,07
						-0,06

NOTA :
E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.
P : Medida promedio de ensayo.
Largo : 36 cm.
Ancho : 16 cm
Altura : 8 cm

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
M.S.C.A. JEFATURA
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%

FECHA : 7 DE DICIEMBRE DEL 2024

Muestra	Alto(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	8,01	8,02	8,01	8,00	8,01	-0,12	
M-2	8,02	8,01	8,00	8,01	8,01	-0,12	
M-3	8,00	8,01	8,02	8,01	8,01	-0,12	
M-4	8,01	8,03	8,02	8,00	8,02	-0,19	
						-0,14	

Muestra	Ancho(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	16,01	16,02	16,01	16,00	16,01	-0,06	
M-2	16,02	16,01	16	16,01	16,01	-0,06	
M-3	16,00	16,01	16,02	16,01	16,01	-0,06	
M-4	16,01	16	16,02	16,01	16,01	-0,06	
						-0,06	

Muestra	Largo(cm)					Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4			
M-1	36,01	36,00	36,02	36,01	36,01	-0,03	
M-2	36,02	36,01	36,01	36,00	36,01	-0,03	
M-3	36,00	36,01	36,00	36,02	36,01	-0,02	
M-4	36,01	36,02	36,01	36,00	36,01	-0,03	
						-0,03	

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 36 cm.

Ancho : 16 cm

Altura : 8 cm

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO : ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

UBICACION : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ADOBE : ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%

FECHA : 7 DE DICIEMBRE DEL 2024

Muestra	Alto(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M-1	8,02	8,03	8,02	8,01	8,02	-0,25
M-2	8,03	8,02	8,01	8,02	8,02	-0,25
M-3	8,01	8,02	8,03	8,02	8,02	-0,25
M-4	8,04	8,03	8,02	8,01	8,03	-0,31
						-0,27

Muestra	Ancho(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M-1	16,02	16,03	16,02	16,01	16,02	-0,12
M-2	16,03	16,02	16,01	16,02	16,02	-0,12
M-3	16,01	16,02	16,02	16,01	16,02	-0,09
M-4	16,04	16,03	16,02	16,01	16,03	-0,16
						-0,13

Muestra	Largo(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M-1	36,02	36,03	36,02	36,01	36,02	-0,06
M-2	36,03	36,02	36,01	36,02	36,02	-0,06
M-3	36,01	36,02	36,03	36,01	36,02	-0,05
M-4	36,04	36,03	36,02	36,01	36,03	-0,07
						-0,06

NOTA :
E : Dimensión, específica por la norma o el fabricante.
P : Medida promedio de ensayo.
Largo : 36 cm.
Ancho : 16 cm
Altura : 8 cm

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP / CAP INGENIERÍA CIVIL
M.S.C.A. JEFATURA
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

NTP 399.613

PROYECTO: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

SOLICITANTE: BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

UBICACION: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ADOBE: ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 15%

FECHA: 7 DE DICIEMBRE DEL 2024

Muestra	Alto(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M-1	8,03	8,02	8,04	8,03	8,03	-0,37
M-2	8,02	8,03	8,03	8,04	8,03	-0,37
M-3	8,04	8,03	8,02	8,03	8,03	-0,37
M-4	8,03	8,04	8,02	8,03	8,03	-0,37
						-0,37

Muestra	Ancho(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M-1	16,03	16,02	16,04	16,03	16,03	-0,19
M-2	16,02	16,03	16,03	16,04	16,03	-0,19
M-3	16,04	16,03	16,02	16,03	16,03	-0,19
M-4	16,03	16,04	16,02	16,03	16,03	-0,19
						-0,19

Muestra	Largo(cm)				Promedio	V(%)
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4		
M-1	36,03	36,02	36,04	36,03	36,03	-0,08
M-2	36,02	36,03	36,03	36,04	36,03	-0,08
M-3	36,04	36,03	36,02	36,03	36,03	-0,08
M-4	36,03	36,04	36,02	36,03	36,03	-0,08
						-0,08

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

P : Medida promedio de ensayo.

Largo : 36 cm.

Ancho : 16 cm.

Altura : 8 cm.

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



INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
E.I.C. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP-399.613

PROYECTO

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCLAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

SOLICITANTE

BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

MUESTRA

ADOBE TRADICIONAL

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

6 DE DICIEMBRE DEL 2024

N°	MUESTRA	DIMENSIONES		VOLUMNES		AREA	SUCCION (gr/min)
		LARGO (L)	ANCHO (B)	V1	V2		
1	ADOBE TRADICIONAL	30,00	15,00	402,34	359,66	450,00	18,97
2	ADOBE TRADICIONAL	30,00	15,00	407,49	356,76	450,00	22,55
3	ADOBE TRADICIONAL	30,00	15,00	400,68	355,33	450,00	20,16
4	ADOBE TRADICIONAL	30,00	15,00	408,03	354,42	450,00	23,83
PROMEDIO							21,37

OBSERVACIONES : DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 10<S<20 DE SUCCION



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



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



ENSAYO DE SUCCION

NTP 399.613

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

PROYECTO

SOLICITANTE

MUESTRA

LUGAR

FECHA

- BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
- ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%
- LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
- 6 DE DICIEMBRE DEL 2024

Nº	MUESTRA	DIMENSIONES		VOLUMENES		AREA	SUCCION
		LARGO (L)	ANCHO (B)	V1	V2		(gr/min)
1	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%	30,00	15,00	402,33	372,47	450,00	13,27
2	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%	30,00	15,00	407,49	371,98	450,00	15,78
3	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%	30,00	15,00	400,68	368,92	450,00	14,12
4	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%	30,00	15,00	408,01	370,52	450,00	16,66
PROMEDIO							14,96

OBSERVACIONES : DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 10<S<20 DE SUCCION


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

 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



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



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO

: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

SOLICITANTE

: BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

MUESTRA

: ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%

LUGAR

: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

: 6 DE DICIEMBRE DEL 2024

Nº	MUESTRA	DIMENSIONES		VOLUMNES		AREA	SUCCION
		LARGO (L)	ANCHO (B)	V1	V2		(gr/min)
1	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%	30,00	15,00	402,33	381,02	450,00	9,47
2	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%	30,00	15,00	407,49	382,13	450,00	11,27
3	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%	30,00	15,00	400,68	377,98	450,00	10,09
4	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%	30,00	15,00	408,01	381,22	450,00	11,91
PROMEDIO							10,68

OBSERVACIONES : DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 10<S<20 DE SUCCION

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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO

SOLICITANTE

MUESTRA

LUGAR

FECHA

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE I AMPA 2024
BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 8%
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
8 DE DICIEMBRE DEL 2024

N°	MUESTRA	DIMENSIONES		VOLUMNES		AREA	SUCCION (gr/min)
		LARGO (L)	ANCHO (B)	V1	V2		
1	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO-DE HUARACO 8%	30,00	15,00	402,33	389,54	450,00	5,68
2	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO-DE HUARACO 8%	30,00	15,00	407,49	392,27	450,00	6,76
3	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 8%	30,00	15,00	400,68	387,06	450,00	6,05
4	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO-DE HUARACO 8%	30,00	15,00	408,01	391,93	450,00	7,15
PROMEDIO							6,41

OBSERVACIONES: DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 10<S<20 DE SUCCION.



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



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



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO

SOLICITANTE
MUESTRA
LUGAR
FECHA

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

: BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
: ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%
: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
: 6 DE DICIEMBRE DEL 2024

Nº	MUESTRA	DIMENSIONES		VOLUMENES		AREA	SUCCION (gr/min)
		LARGO (L)	ANCHO (B)	V1	V2		
1	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%	30,00	15,00	402,33	381,02	450,00	9,47
2	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%	30,00	15,00	407,49	382,13	450,00	11,27
3	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%	30,00	15,00	400,68	377,98	450,00	10,09
4	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%	30,00	15,00	408,01	381,22	450,00	11,91
PROMEDIO							10,68

OBSERVACIONES: DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 10<S<20 DE SUCCION



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.613

PROYECTO : ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 6 DE DICIEMBRE DEL 2024

Nº	MUESTRA	DIMENSIONES		VOLUMENES		AREA	SUCCION (gr/min)	
		LARGO (L)	ANCHO (B)	V1	V2			
1	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	30,00	15,00	402,33	389,54	450,00	5,68	
2	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	30,00	15,00	407,49	392,28	450,00	6,76	
3	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	30,00	15,00	400,68	387,07	450,00	6,05	
4	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	30,00	15,00	408,01	391,95	450,00	7,14	
PROMEDIO								6,41

OBSERVACIONES : DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 10<S<20 DE SUCCION



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



ENSAYO DE SUCCIÓN

NTP 399.613

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

PROYECTO

SOLICITANTE

MUESTRA

LUGAR

FECHA

BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 15%
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
6 DE DICIEMBRE DEL 2024

Nº	MUESTRA	DIMENSIONES		VOLUMNES		AREA	SUCCION
		LARGO (L)	ANCHO (B)	V1	V2		(gr/min)
1	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	30,00	15,00	402,33	395,94	450,00	2,84
2	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	30,00	15,00	407,49	399,86	450,00	3,39
3	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	30,00	15,00	400,68	393,88	450,00	3,02
4	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	30,00	15,00	408,01	399,68	450,00	3,70
PROMEDIO							3,24

OBSERVACIONES : DE ACUERDO A NORMA NO DEBERA DE EXCEDER DEL 10<S<20 DE SUCCION



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL ADOBE

NTP 399.613

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

PROYECTO

SOLICITANTE

MUESTRA

LUGAR

FECHA

BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

ADOBE TRADICIONAL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

6 DE DICIEMBRE 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=	6933	6938	6940	6935
B=	8421	8439	8440	8425

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE TRADICIONAL	M - 1	6933,00	8421,00	21,46
2	ADOBE TRADICIONAL	M - 2	6938,00	8439,00	21,63
3	ADOBE TRADICIONAL	M - 3	6940,00	8440,00	21,61
4	ADOBE TRADICIONAL	M - 4	6935,00	8425,00	21,49

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



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



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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA

PROYECTO

2024

SOLICITANTE

BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

MUESTRA

ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%

LUGAR

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA

16 DE DICIEMBRE 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=	6952	7052	7016	7028
B=	8422	8539	8498	8510

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%	M - 1	6952,00	8422,00	21,14
2	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%	M - 2	7052,00	8539,00	21,09
3	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%	M - 3	7016,00	8498,00	21,12
4	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 2%	M - 4	7028,00	8510,00	21,09

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDA 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

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

PROYECTO

SOLICITANTE

MUESTRA

LUGAR

FECHA

BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

6 DE DICIEMBRE 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=	7052	7062	7050	7046
B=	8519	8441	8436	8434

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%	M - 1	7052,00	8519,00	20,80
2	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%	M - 2	7062,00	8441,00	19,53
3	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%	M - 3	7050,00	8436,00	19,66
4	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 5%	M - 4	7046,00	8434,00	19,70

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDA VELASQUEZ"
FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL

Armando Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDA 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

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

PROYECTO : ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE : BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
MUESTRA : ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 8%
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 6 DE DICIEMBRE 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=	7049	7052	7047	7045
B=	8125	8068	8136	8098

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCIÓN
1	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 8%	M - 1	7049,00	8125,00	15,26
2	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 8%	M - 2	7052,00	8068,00	14,41
3	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 8%	M - 3	7047,00	8136,00	15,45
4	ADOBE TRADICIONAL + MUCILAGO DE HUARACO 8%	M - 4	7045,00	8098,00	14,95

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDA VELASQUEZ"
 FICP / CAP INGENIERÍA CIVIL

 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 102257



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

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

PROYECTO

SOLICITANTE

MUESTRA

LUGAR

FECHA

BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISEPÉ

ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

6 DE DICIEMBRE DEL 2024

ABSORCION

B=

(B-A)X100

A

A= PESO DE ADOBE SECO

B= PESO DE ADOBE SATURADO

SIMBOLO	M - 01	M - 02	M - 03	M - 04
A=	7055	7063	7072	7040
B=	8268	8233	8374	8257

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%	M - 1	7055,00	8268,00	17,19
2	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%	M - 2	7063,00	8233,00	16,57
3	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%	M - 3	7072,00	8374,00	18,41
4	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 5%	M - 4	7040,00	8257,00	17,29

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE NTP 399.613

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

PROYECTO
SOLICITANTE
MUESTRA
LUGAR
FECHA

BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISEPÉ
ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
6 DE DICIEMBRE 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=	7056	7063	7071	7042
B=	8165	8125	8235	8157

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	M - 1	7056,00	8165,00	15,72
2	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	M - 2	7063,00	8125,00	15,04
3	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	M - 3	7071,00	8235,00	16,46
4	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 10%	M - 4	7042,00	8157,00	15,83

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



[Firma]
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE

NTP 399.613

ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCLAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

PROYECTO

SOLICITANTE

MUESTRA

LUGAR

FECHA

BACHILLER JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 15%
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
6 DE DICIEMBRE 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=	7045	7051	7049	7053
B=	8058	8015	8002	8012

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA	PESO DE ADOBE SECO	PESO DE ADOBE SATURADO	% ABSORCION
1	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 15%	M - 1	7045,00	8058,00	14,38
2	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 15%	M - 2	7051,00	8015,00	13,67
3	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 15%	M - 3	7049,00	8002,00	13,52
4	ADOBE TRADICIONAL + SAVIA DE CACTUS 15%	M - 4	7053,00	8012,00	13,60

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

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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP-399.613

PROYECTO: ANALISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACION CONTROLADA DE MUDILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE: Bach. JUAN CARLOS ARAPA QUISEP
MUESTRA: ADOBE CONVENCIONAL
LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA: ENOVIEMBRE - DICIEMBRE DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE CONVENCIONAL			14/11/2024	7	576,00	805,36	1,40
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	18,00	8,00					
2	ADOBE CONVENCIONAL			14/11/2024	7	576,00	798,02	1,39
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	18,00	8,00					
3	ADOBE CONVENCIONAL			14/11/2024	7	576,00	801,35	1,39
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	18,00	8,00					
4	ADOBE CONVENCIONAL			14/11/2024	7	576,00	795,36	1,38
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	18,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)								1,39

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE CONVENCIONAL			21/11/2024	14	576,00	2522,36	4,38
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	18,00	8,00					
2	ADOBE CONVENCIONAL			21/11/2024	14	576,00	2515,02	4,37
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	18,00	8,00					
3	ADOBE CONVENCIONAL			21/11/2024	14	576,00	2502,78	4,35
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	18,00	8,00					
4	ADOBE CONVENCIONAL			21/11/2024	14	576,00	2533,65	4,40
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	18,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)								4,37

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE CONVENCIONAL			06/12/2024	28	576,00	5748,63	9,98
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	18,00	8,00					
2	ADOBE CONVENCIONAL			05/12/2024	28	576,00	5736,85	9,95
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	18,00	8,00					
3	ADOBE CONVENCIONAL			05/12/2024	28	576,00	5763,05	10,01
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	18,00	8,00					
4	ADOBE CONVENCIONAL			09/12/2024	28	576,00	5751,35	9,99
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	18,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)								9,98

OBSERVACIONES

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



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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP 399.613

PROYECTO: ANALISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACION CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

SOLICITANTE: Bach. JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

MUESTRA: ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%

LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA: NOVIEMBRE - DICIEMBRE DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%			14/11/2024	7	576,00	6347,52	11,02
	LARGO(mm)	ANCHORO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%			14/11/2024	7	576,00	6335,05	11,00
	LARGO(mm)	ANCHORO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%			14/11/2024	7	576,00	6362,14	11,03
	LARGO(mm)	ANCHORO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%			14/11/2024	7	576,00	6338,57	11,00
	LARGO(mm)	ANCHORO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'w)								11,01

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%			21/11/2024	14	576,00	7608,96	13,21
	LARGO(mm)	ANCHORO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%			21/11/2024	14	576,00	7615,32	13,22
	LARGO(mm)	ANCHORO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%			21/11/2024	14	576,00	7388,36	13,18
	LARGO(mm)	ANCHORO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%			21/11/2024	14	576,00	7596,28	13,19
	LARGO(mm)	ANCHORO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'w)								13,20

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE	EDAD	AREA BRUTA	CARGA	ESF. DE ROTURA
				ROTURA	DIAS	CM2	KG	KG/CM2
1	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%			05/12/2024	28	576,00	10010,88	17,38
	LARGO(mm)	ANCHORO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%			06/12/2024	28	576,00	10011,26	17,38
	LARGO(mm)	ANCHORO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%			05/12/2024	28	576,00	10002,36	17,37
	LARGO(mm)	ANCHORO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 2%			06/12/2024	28	576,00	10022,83	17,40
	LARGO(mm)	ANCHORO(mm)	ALTO(mm)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'w)								17,38

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



INVESTIGADOR NESTOR CACERES VELASQUEZ
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERCESES 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: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE: Bach. JUAN CARLOS ARAPAQUIPE
MUESTRA: ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA: NOVIEMBRE - DICIEMBRE DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
1	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%			14/11/2024	7	576,00	3990,42	10,40
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%			14/11/2024	7	576,00	5964,05	10,39
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%			14/11/2024	7	576,00	5978,98	10,38
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%			14/11/2024	7	576,00	6002,30	10,42
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _R)								10,40

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
1	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%			21/11/2024	14	576,00	8366,89	14,56
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%			21/11/2024	14	576,00	8388,12	14,56
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%			21/11/2024	14	576,00	8374,85	14,54
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%			21/11/2024	14	576,00	8395,02	14,57
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _R)								14,56

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
	LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTO(mm)					
1	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%			05/12/2024	28	576,00	11278,02	19,58
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%			05/12/2024	28	576,00	11285,82	19,59
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%			05/12/2024	28	576,00	11271,56	19,57
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 5%			06/12/2024	28	576,00	11285,65	19,59
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _R)								19,58

OBSERVACIONES

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL INGENIERO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERCESES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDEIRO 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: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE: Bach. JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
MUESTRA: ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%
LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA: NOVIEMBRE - DICIEMBRE DEL 2024

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%			14/11/2024	7	576,00	6842,88	11,88
	LARGO(=m)	ANCHO(=m)	ALTO(=m)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%			14/11/2024	7	576,00	6825,96	11,85
	LARGO(=m)	ANCHO(=m)	ALTO(=m)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%			14/11/2024	7	576,00	6852,36	11,90
	LARGO(=m)	ANCHO(=m)	ALTO(=m)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%			14/11/2024	7	576,00	6838,55	11,87
	LARGO(=m)	ANCHO(=m)	ALTO(=m)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' _n)								11,87

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%			21/11/2024	14	576,00	9979,32	17,32
	LARGO(=m)	ANCHO(=m)	ALTO(=m)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%			21/11/2024	14	576,00	9965,74	17,30
	LARGO(=m)	ANCHO(=m)	ALTO(=m)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%			21/11/2024	14	576,00	9982,02	17,33
	LARGO(=m)	ANCHO(=m)	ALTO(=m)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%			21/11/2024	14	576,00	9974,36	17,32
	LARGO(=m)	ANCHO(=m)	ALTO(=m)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' _n)								17,32

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%			05/12/2024	28	576,00	12113,29	21,03
	LARGO(=m)	ANCHO(=m)	ALTO(=m)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%			05/12/2024	28	576,00	12116,65	21,04
	LARGO(=m)	ANCHO(=m)	ALTO(=m)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%			05/12/2024	28	576,00	12105,33	21,02
	LARGO(=m)	ANCHO(=m)	ALTO(=m)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + MUCILAGO DE HUARACO 8%			06/12/2024	28	576,00	12099,98	21,01
	LARGO(=m)	ANCHO(=m)	ALTO(=m)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F' _n)								21,02

OBSERVACIONES

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDEIRO VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
C.I.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES MELABOQUE"
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: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUJILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE: Bacf. JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
MUESTRA: ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA: NOVIEMBRE - DICIEMBRE DEL 2024

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%			14/11/2024	7	576,00	5788,80	10,05
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%			14/11/2024	7	576,00	5786,32	10,05
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%			14/11/2024	7	576,00	5772,60	10,02
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%			14/11/2024	7	576,00	5793,65	10,06
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	35,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _R)								10,04

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%			21/11/2024	14	576,00	6824,95	15,32
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%			21/11/2024	14	576,00	8815,28	15,30
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%			21/11/2024	14	576,00	8831,02	15,33
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%			21/11/2024	14	576,00	8827,45	15,33
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _R)								15,32

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%			05/12/2024	28	576,00	11450,00	19,88
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%			05/12/2024	28	576,00	11432,25	19,85
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%			05/12/2024	28	576,00	11422,12	19,85
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 5%			05/12/2024	28	576,00	11441,00	19,86
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _R)								19,85

OBSERVACIONES

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES MELABOQUE"
FIC - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"
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-399.813

PROYECTO: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUIARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE: Bach. JUAN CARLOS ARAPA QUISPE
MUESTRA: ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%
LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA: ENOVIEMBRE - DICIEMBRE DEL 2024

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%			14/11/2024	7	576,00	5710,40	11,68
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%			14/11/2024	7	576,00	6722,14	11,67
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%			14/11/2024	7	576,00	6778,36	11,77
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%			14/11/2024	7	576,00	6757,88	11,73
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)								11,71

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%			21/11/2024	14	576,00	9417,60	16,35
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%			21/11/2024	14	576,00	9482,32	16,43
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%			21/11/2024	14	576,00	9457,47	16,42
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%			21/11/2024	14	576,00	9422,36	16,36
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)								16,39

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%			05/12/2024	28	576,00	12683,57	22,02
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%			05/12/2024	28	576,00	12633,20	21,93
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%			05/12/2024	28	576,00	12645,66	21,95
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 10%			05/12/2024	28	576,00	12686,62	22,03
	LARGO(cm)	ANCHO(cm)	ALTO(cm)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _b)								21,98

OBSERVACIONES

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELAZQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Dr. Arnaldo Yancu Torres
CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

NTP-399.613

PROYECTO: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024
SOLICITANTE: Bach. JUAN CARLOS ARAPA QUISEP
MUESTRA: ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA: NOVIEMBRE - DICIEMBRE DEL 2024

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%			14/11/2024	7	576,00	7119,36	12,36
	LARGO(ens)	ANCHO(ens)	ALTO(ens)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%			14/11/2024	7	576,00	7102,74	12,33
	LARGO(ens)	ANCHO(ens)	ALTO(ens)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%			14/11/2024	7	576,00	7108,36	12,34
	LARGO(ens)	ANCHO(ens)	ALTO(ens)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%			14/11/2024	7	576,00	7138,62	12,38
	LARGO(ens)	ANCHO(ens)	ALTO(ens)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _{tr})								12,36

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%			21/11/2024	14	576,00	10657,36	18,65
	LARGO(ens)	ANCHO(ens)	ALTO(ens)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%			21/11/2024	14	576,00	10762,25	18,68
	LARGO(ens)	ANCHO(ens)	ALTO(ens)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%			21/11/2024	14	576,00	10834,99	18,81
	LARGO(ens)	ANCHO(ens)	ALTO(ens)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%			21/11/2024	14	576,00	10877,62	18,88
	LARGO(ens)	ANCHO(ens)	ALTO(ens)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _{tr})								18,61

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	ESF. DE ROTURA KG/CM2
1	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%			05/12/2024	28	576,00	14042,69	24,38
	LARGO(ens)	ANCHO(ens)	ALTO(ens)					
	36,00	16,00	8,00					
2	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%			05/12/2024	28	576,00	14055,21	24,40
	LARGO(ens)	ANCHO(ens)	ALTO(ens)					
	36,00	16,00	8,00					
3	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%			05/12/2024	28	576,00	14102,31	24,46
	LARGO(ens)	ANCHO(ens)	ALTO(ens)					
	36,00	16,00	8,00					
4	ADOBE + SAVIA DE CACTUS 15%			05/12/2024	28	576,00	14033,25	24,36
	LARGO(ens)	ANCHO(ens)	ALTO(ens)					
	36,00	16,00	8,00					
PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F _{tr})								24,41

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



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 13-11-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JUAN CARLOS ARAPA QUISPE

Dirección: JR. AYAR AUCA URB. SANTA ADRIANA MZ. J LT. 23B

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70212743

Teléfono: 935 111 967 email: Juancarlosarapaquispe@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: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN CONTROLADA DE MUCILAGO

DE HUARACO Y SAVIA DE CACTUS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE

TRADICIONAL PRODUCIDOS EN LA PROVINCIA DE LAMPA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): ADOBE TRADICIONAL, MUCILAGO DE HUARACO, SAVIA DE CACTUS,
PROPIEDADES FÍSICOS Y MECÁNICOS.

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

13-11-2025

Fecha