UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Incorporación de mucilago de tuna para mejorar las propiedades físico mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023

Asesor:

MSc. Ing. Maldonado Mendívil, Angel

Autor:

Donaires Sauñe, Yola

Para optar el Título Profesional: Ingeniero Civil

Abancay – Apurímac – Perú

2025

Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 018

En la ciudad de Abancay año 2025 en el mes de **febrero** día **jueves** del **27** siendo las **09:00 am**, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral **N° 0185-2025-EPIC-FI-UTEA-SA** de fecha **19 de febrero** del **2025**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniera:

Presidente	:	Dr. Soto Palomino, Wilfredo
Dictaminante	:	Ph.D. Vasquez Ramirez, Abban Alex
Replicante	:	Dr. Alarcón Camacho, Erick

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

☒ Tesis ☐ Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Incorporación de mucilago de tuna para mejorar las propiedades físico mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br: Donaires Sauñe, Yola

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: Unanimidad

(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Donaires Sauñe, Yola	**Aprobado**

Siendo las **10:16** de la **mañana** concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: Dr. Soto Palomino, Wilfredo (.....)

Dictaminante: Ph.D. Vasquez Ramirez, Abbon Alex (.....)

Replicante: Dr. Alarcon Camacho, Erick (.....)

Abancay 04 de marzo del 2025

Se expide la presente constancia ... del Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 030.

(*): Mayoría: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; Unanimidad: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RGIGT.
(**): 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: aprobado notable, 19 a

Incorporación de mucilago de tuna para mejorar las propiedades físico mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	24%	3%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	11%
2	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	4%
4	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Metadatos

Datos del Autor		
Apellidos y nombres	:	Donaires Sauñe Yola
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Numero de Documento de Identidad	:	48442883
URL ORCID	:	https://orcid.org/0009-0006-2133-9945
Datos del Asesor		
Apellidos y nombres	:	MSc. Ing. Maldonado Mendívil, Angel.
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Numero de Documento de Identidad	:	06788424
URL ORCID	:	https://orcid.org/0000-0001-9002-1910
Datos de la Investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	:	Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
Rango de años en que realizo la investigación	:	2023 – 2025
Fuente de financiamiento	:	Propio
Porcentaje de similitud	:	24 %
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

A Dios porque me da la fortaleza que necesito y es mi guía en este camino largo de la vida.

A mis padres Raúl Donaires y Maura Sauñe que desde siempre me apoyaron y son mi fortaleza. A mis hermanas Sintia, Fany, Sara, Naidelyn, por empujarme siempre a seguir adelante y alcanzar mis metas.

A mi primo que está en el cielo Ing. Cristhian Munares sauñe que el por circunstancias de la vida no pudo alcanzar esta meta tan ansiada que tenía pero que hoy a nombre de los dos la estamos alcanzando.

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a nuestro creador, por llegar a este momento de al fin cumplir esta meta tan ansiada y al fin tener mi título profesional.

A mi padre que me dio su apoyo y me impulso a lograr este objetivo que ansiábamos tanto.

A mi asesor MSc. Ing. Angel Maldonado Mendivívil por brindarme su apoyo y conocimiento para encaminarme en esta etapa y gracias a su experiencia y apoyo logre mi objetivo.

Resumen

La tesis denominada: “Incorporación de Mucilago de Tuna para Mejorar las Propiedades Físico Mecánicas de un Adobe Elaborado en Forma Tradicional en Huancarama, 2023”. Tiene por objetivo, determinar cuál es la influencia que se logra con la incorporación de mucilago de tuna para mejorar las propiedades físico mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional, mediante ensayos de resistencia a la compresión, compresión de pilas y la acción de desgaste que produce el agua, como la absorción, succión; y comparar los resultados del adobe mejorado, respecto a los adobes tradicionales. Para ello se utilizaron todos los insumos de la región de Apurímac, se elaboraron adobes en forma tradicional y adicionadas con mucilago de tuna en diferentes porcentajes de 25%, 50%,75% y 100% respecto al peso seco del suelo.

Para evaluar el comportamiento de los adobes, luego del secado de un mes según la NTP E080, los adobes fueron sometidos a diferentes pruebas, en las propiedades físicas se evaluó la Variación Dimensional, Alabeo, Succión y Absorción, y en las propiedades mecánicas se evaluó la Resistencia a la Compresión y Compresión de Pilas.

Finalmente, al obtener los resultados y compararlos entre sí, se concluye que el mucilago de tuna mejora las propiedades físicas y mecánicas frente a un adobe tradicional.

Palabras clave: Mucilago, Adobe, Resistencia a Compresión, Variación Dimensional, Propiedades Físicas, Propiedades Mecánicas.

Abstract

The thesis called: “Incorporation of Prickly Pear Mucilage to Improve the Physical-Mechanical Properties of an Adobe Made in a Traditional Way in Huancarama, 2023.” Its objective is to determine what influence is achieved with the incorporation of tuna mucilage to improve the physical-mechanical properties of an adobe made in a traditional way, through compression resistance tests, pile compression and the wear action that produces water, such as absorption, suction; and compare the results of the improved adobe with respect to traditional adobes. For this, all the inputs from the Apurímac region were used, adobes were made in a traditional way and added with tuna mucilage in different percentages of 25%, 50%, 75% and 100% with respect to the dry weight of the soil.

To evaluate the behavior of the adobes, after drying for one month according to NTP E080, the adobes were subjected to different tests, in the physical properties the Dimensional Variation, Warping, Suction and Absorption was evaluated, and in the mechanical properties the Compressive Strength and Compression of Piles.

Finally, by obtaining the results and comparing them with each other, it is concluded that prickly pear mucilage improves the physical and mechanical properties compared to a traditional adobe.

Keywords: Mucilage, Adobe, Compression Strength, Dimensional Variation, Warping, Physical Properties, Mechanical Properties.

Índice general

Portada ..... **i**

Acta de sustentación ..... **ii**

Reporte de similitud ..... **iii**

Metadatos ..... **iv**

Dedicatoria ..... **v**

Agradecimiento ..... **vi**

Resumen ..... **vii**

Abstract ..... **viii**

Indice general ..... **ix**

Indice de tablas ..... **xi**

Indice de figuras ..... **xiii**

Indice de anexos ..... **xv**

I. Introducción **16**

II. Planteamiento del problema **17**

2.1 Descripción y formulación del problema. 17

2.2 Objetivos 20

2.2.1 Objetivo general 20

2.2.2 Objetivos específicos 20

2.3 Justificación e importancia 21

2.4 Hipótesis 21

2.5 Variables 21

III. Marco teórico **23**

3.1 Antecedentes de investigación 23

3.2 Bases teóricas 30

3.3 Definición de términos 55

IV. Metodología **57**

4.1 Tipo y nivel de investigación 57

4.2 Ámbito temporal y espacial 57

4.3 Población y muestra.....57
4.4 Instrumentos 59
4.5 Procedimientos 60
4.6 Análisis de datos. 60
4.7 Consideraciones éticas. 60
V: Resultados y discusión 62
VI. Conclusiones.....83
VII. Recomendaciones.....85
VIII. Referencias.....86
IX. Anexos 90

Índice de tablas

Tabla 1 Material de paredes en el sector SOTAPA, 2021. 18

Tabla 2 Operacionalización de variables 22

Tabla 3 Clasificación de suelos según el tamaño de sus partículas simplificando el contenido de la tabla 6, las porciones son: 32

Tabla 4 Tamaño de malla estándar 46

Tabla 5 Ejemplo de porcentaje retenido 47

Tabla 6 Cuantificación de variación dimensional 58

Tabla 7 Cuantificación de alabeo 58

Tabla 8 Cuantificación de absorción 58

Tabla 9 Cuantificación de succión 58

Tabla 10 Cuantificación de compresión 59

Tabla 11 Cuantificación de compresión de pilas 59

Tabla 12 Resumen de la cuantificación de las muestras 59

Tabla 13 Resultados – variación dimensional 63

Tabla 14 Resultado – Alabeo 58

Tabla 15 Resultado – ensayo de succión 65

Tabla 16 Resultado – absorción de agua 66

Tabla 17 Resultado – compresión de unidades 67

Tabla 18 Resultado – compresión de pilas de adobe 68

Tabla 19 Medidas de estadísticos descriptivos de la variación dimensional - largo 70

Tabla 20 Análisis de varianza de variación dimensional - largo 71

Tabla 21 Medidas de estadísticos descriptivos de la variación dimensional – Ancho 72

Tabla 22 Análisis de varianza de variación dimensional – ancho 73

Tabla 23 Medidas de estadísticos descriptivos de la variación dimensional – Alto 73

Tabla 24 Análisis de varianza de variación dimensional – alto 74

Tabla 25 Medidas de tendencia central de alabeo 75

Tabla 26 Análisis de varianza de alabeo. 76

Tabla 27 Medidas de tendencia central de succión 76

Tabla 28 Análisis de varianza de succión. 77

Tabla 29 Medidas de tendencia central de absorción 78

Tabla 30 Análisis de varianza de absorción. 79

Tabla 31 Medidas de tendencia central de resistencia a la compresión de unidades. 80

Tabla 32 Análisis de varianza de resistencia a la compresión de unidades. 80

Tabla 33 Medidas de tendencia central de resistencia a la compresión de pilas. 81

Tabla 34 Análisis de varianza de resistencia a la compresión de unidades. 82

Índice de figuras

Figura 1 Erosión de un muro de adobe en una construcción, Sotapa –Huancarama 19

Figura 2 Desarrollo de vegetales en la coronación de un muro de adobe en Sotapa – Huancarama. 19

Figura 3 Perfil del suelo 31

Figura 4 Textura del suelo.....33

Figura 5 Clasificación del suelo.....34

Figura 6 La Paja.....35

Figura 7 Selección del suelo 38

Figura 8 Moldeado de adobes.....40

Figura 9 Secado del adobe 40

Figura 10 Límites de atterberg 43

Figura 11 Secciones del aparato de límite liquido 44

Figura 12 Límites de suelo 44

Figura 13 Ensayo de succión de agua 52

Figura 14 Compresión sobre la unidad de albañilería 53

Figura 15 Ensayo de compresión axial. Norma E-080 (2006) 54

Figura 16 Diagrama de barras – resultados – ensayo de variación dimensional 63

Figura 17 Diagrama de barras – resultados – ensayo de alabeo 64

Figura 18 Diagrama de barras – resultados – ensayo de succión de agua 65

Figura 19 Diagrama de barras – resultados – ensayo de absorción de agua 66

Figura 20 Diagrama de barras – resultados – compresión de unidades.....67

Figura 21 Diagrama de barras – resultados – compresión de pilas de adobe 68

Figura 22 Grafico descriptivo de la media de la variación dimensional.....71

Figura 23 Grafico descriptivo de la media de la variación dimensional - ancho.....72

Figura 24 Grafico descriptivo de la media de la variación dimensional – alto 74

Figura 25 Grafico descriptivo de la media de alabeo.....75

Figura 26 Grafico descriptivo de la media de succión. 77

Figura 27 Grafico descriptivo de la media de absorción. 78

Figura 28 Grafico descriptivo de la media de la resistencia a la compresión de unidades. 80

Figura 29 Grafico descriptivo de la media de la resistencia a la compresión de pilas. 81

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia.....91

Anexo 2 Proceso y cálculo para hallar la viscosidad del mucilago de tuna.....92

Anexo 3 Proceso de Selección del suelo para la fabifracion de adobes……99

Anexo 4 Proceso de la preparación de testigos de adobe.....113

Anexo 5 Resultados– Propiedades Físicas.....117

Anexo 6 Resultados– Propiedades Mecánicas. 136

Anexo 7 Juicio de expertos. 144

Anexo 8 Fichas de recolección de datos válidos. 147

Anexo 9 Resultados de laboratorio de ensayo.....170

Anexo 10 Certificado de calibración.....227

Anexo 11 Panel fotografico.....240

I. Introducción

El adobe sigue siendo un elemento muy importante en la construcción de viviendas en nuestro país, aunque existen otras alternativas en materiales, el uso del adobe sigue estando vigente y es muy usado en zonas rurales, según las encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI – 2017) las construcciones alcanzan hasta un 64.50%. también se sabe que en la región de Apurímac debido a los acontecimientos climatológicos como: inundaciones por precipitaciones pluviales, humedad, entre otros, exige mejorar tecnologías que atiendan estos efectos en la construcción de adobe.

Es por esta razón que se realiza la siguiente tesis, que busca mejorar sus propiedades físico mecánicas de un adobe tradicional mejorada con un aditivo denominado mucilago de tuna, donde se incremente su resistencia a la compresión mínima que exige la Norma E – 080, también disminuir su capacidad de absorción y succión.

El contenido de la siguiente tesis demuestra que al realizar las diferentes pruebas se puede observar la mejora sustantiva que aporta la adición de mucilago de tuna en sus diferentes porcentajes de 25%, 50%, 75% y al 100%, obteniendo mejor resistencia a la compresión, menor porcentaje de variación, menor porcentaje de absorción y succión.

II. Planteamiento del problema

2.1 Descripción y formulación del problema.

El adobe sigue siendo un material que es muy utilizado en todo el mundo ya que este no es muy costoso; así mismo, por la intervención de circunstancias del agua como la lluvia, viento y sismos, además se puede decir que por ser tierra y ser su mayor composición estas están expuestas al agua lo que provoca que baje su resistencia y también la desintegración que se produce al estar en contacto, provocando que baje el tiempo de duración de este tipo de viviendas. (Ríos, 2010)

Se sabe también que en épocas antiguas las construcciones soportaban mucho más ya que se hacían adobes grandes; actualmente se ha ido modificando de acuerdo a la Norma E-0.80 establece parámetros mínimos que deben cumplir las unidades de adobe; pero la fabricación de éstas se realiza de manera artesanal sin un rigor técnico e incumpliendo la Norma E – 0.80 que indica el reglamento nacional de edificaciones.

Debido a lo expuesto anteriormente este tipo de estructura tienen un mal comportamiento, debido a su baja resistencia y a su comportamiento frágil. Durante terremotos severos, estas construcciones desarrollan grandes fuerzas de inercia que son incapaces de resistir y por ello fallan violentamente. (Blondet, Villa, & Brzev, 2003)

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI – 2017) existen estas construcciones que alcanzan un 64.50%, por esta razón se debe generar nuevas alternativas de solución para mejorar la magnitud de sus propiedades físicas y mecánicas en la fabricación de la unidad de adobe en la región sur para poder trabajar la estabilidad y seguridad incorporando a las unidades de adobe Mucilago de tuna.

En el mundo se sabe que alrededor del 30% aún sigue viviendo en construcciones de tierra. Según se sabe que aproximadamente el 50% de las personas que viven en países que están en desarrollo, incluyéndose en esta se incluye la población rural y el 20% de la población urbana (urbana marginal), que viven en viviendas de tierra (Houben & Guillaud, 1994).

En lo que respecta a nivel departamental, el segundo material que es muy utilizado a nivel nacional en la construcción de viviendas es el adobe y los departamentos donde hay mayor porcentaje de viviendas de este tipo son: Huancavelica (82,4%), Apurímac (76,1%), Cajamarca (70,3%) y Cusco (67,3%) (INEI, 2017).

En Apurímac por ser uno de los departamentos que tienen calificación de extrema pobreza, las zonas rurales de cada provincia siguen utilizando las construcciones de adobe, podemos indicar que el adobe es aislante del frio. Al realizar la encuesta se obtuvo que las viviendas que más predominan en el lugar son las de adobe con el 76,11% y como segundo lugar se tiene las viviendas de ladrillo o conocido también como bloque de cemento 20.81% según información del INEI en Apurímac (Censo INEI, 2017).

En el centro poblado de SOTAPA, existen construcciones de adobe que necesitan ser mejoradas por esta razón se realizó la recolección de información para ver qué tipo de material predomina en la zona concluyendo que el 98.04% es adobe, módulos prefabricados 0.98%, concreto armado 0.65%, madera 0.33%.

Tabla 1

Material de paredes en el sector SOTAPA, 2021.

MATERIAL	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
Módulos Prefabricados	3	0.98%
Madera	1	0.33%
Adobe	300	98.04%
Concreto Armado	2	0.65%
TOTAL	**306**	**100%**

Nota: Elaboración propia

Figura 1

Erosión de muros en una construcción de adobe, Sotapa –Huancarama

Nota: Elaboración propia

Figura 2

Desarrollo de vegetales en la coronación de un muro de adobe en Sotapa – Huancarama.

Nota: Elaboración propia

2.1.1 Problema general

¿Cuál es la influencia de la incorporación de mucilago de tuna para mejorar las propiedades físico mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023?

2.1.2 Problemas específicos

a) ¿De qué manera influye la incorporación de mucilago de tuna en las propiedades físicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023?
b) ¿De qué manera influye la incorporación de mucilago de tuna en las propiedades mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023?
c) ¿Cuál será el porcentaje óptimo de la integración del mucilago de tuna para mejorar propiedades físico mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023?

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo general

Determinar cuál es la influencia que se logra con la incorporación de mucilago de tuna para mejorar las propiedades físico mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023.

2.2.2 Objetivos específicos

a) Analizar de qué manera influye la incorporación de mucilago de tuna en las propiedades físicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023
b) Analizar de qué manera influye la incorporación de mucilago de tuna en las propiedades mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023
c) Reconocer el porcentaje óptimo de la integración del mucilago de tuna para mejorar propiedades físico mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023

2.3 Justificación e importancia

En nuestra sociedad tenemos diferentes alternativas naturales de estabilización en materiales de construcción como es el adobe, ya que esta es muy importante en nuestra región, este es un material de construcción que tiene muchas limitaciones, el adobe trabaja a compresión, pero esta al estar expuesta y al tener contacto con el agua su resistencia es muy baja; es por esta razón que se quiere estabilizar los adobes comenzando por el material con las que se elabora. Es por ello que se realiza una evolución que permita mejorar sus componentes con mucilago y ver su comportamiento, el cual nos ayudara a determinar si esta adición ayudara en su resistencia y en qué aspectos y porcentajes influirá respecto a los adobes tradicionales.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

La incorporación de mucilago de tuna, influye para mejorar las propiedades físico mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023

2.4.2 Hipótesis Específicas

a) La incorporación de mucilago de tuna influye en las propiedades físicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023
b) La incorporación de mucilago de tuna influye en las propiedades mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023
c) En las propiedades físico mecánicos, se reconoce el porcentaje óptimo de la integración del mucilago de tuna de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023

2.5 Variables

Variable independiente: Mucílago de tuna

Variables dependientes: Propiedades físicas y propiedades mecánicas

Tabla 2
Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento
Independiente: mucilago de tuna	El mucilago es una sustancia viscosa que contiene las pencas de tuna, que se puede utilizar para mejorar la resistencia del adobe. (Cardenas, 2008)	Se incorpora un porcentaje de mucilago en la fabricación de adobe, la intención de esta en obtener un adobe más resistente.	Sustitución de agua por porcentaje de mucilago de tuna	Incorporación del 25% de mucilago Incorporación del 50% de mucilago Incorporación del 75% de mucilago Incorporación del 100% de mucilago	Norma técnica peruana (NTP E-0.800) Guías de laboratorio Fichas y formatos de campo
Dependiente:				Variación Dimensional (VD)	Norma 399.613 Norma 399.604 Ensayos de laboratorio.
Propiedades Físicas	Se les considera a las características físicas de las unidades de adobe. (Carhuanambo, 2016)	se mide las propiedades físicas mediante la variación dimensional, succión y absorción.	Propiedades Físicas	Alabeo (A)	Norma 399.613 Norma 399.604 Ensayos de laboratorio.
				Succión (S)	Norma 399.613 Norma 399.604 Ensayos de laboratorio.
				Absorción (Ab)	Norma 399.613 Ensayos de laboratorio.
Propiedades mecánicas	Son aquellas que nos permiten ver el comportamiento que presenta al aplicar una fuerza a compresión un adobe. (Carhuanambo, 2016)	se mide mediante la resistencia a compresión de la unidad de adobe mediante ensayos.	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión	Norma E0.80. Ensayos de laboratorio.
				Resistencia a la Compresión	Norma E0.80. Ensayos de laboratorio.

III. Marco teórico

3.1 Antecedentes

3.1.1 Antecedentes a nivel internacional

Cabrera P. y Aranda Y. (2020) en su Tesis de pregrado titulada: “Bloques de Tierra Comprimida (BTC) Estabilizados con Cal y Cemento. Evaluación de su Impacto Ambiental y su Resistencia a Compresión”. Tiene como finalidad es analizar sus propiedades de las bloquetas de tierra comprimida tanto mecánicas como ambientales que contiene la cal apagada y compararlo con el BTC estabilizado con cemento Portland, teniendo como objetivo específico de encontrar el porcentaje ideal de cal aireada y BTC estabilizado con compresión promedio. fortaleza. cemento, se realizó diferentes pruebas tanto al tapial tradicional y a los tapiales estabilizados con cal y cemento para saber su resistencia y también analizando el impacto ambiental que esta genera. Después de haber realizado las diferentes pruebas tanto al tapial tradicional y al tapial mejorado con cal y cemento realizados en la ciudad de Santa Fe (Argentia), se obuvo mejores resultados al agregar cemento portland al 5 y 10%, ya que estas presentan mejor resistencia y pueden ser utilizados en muros con carga y también puede reducirse el impacto ambiental.

Al realizar las diferentes pruebas tanto con cemento portland y cal se llegó a la conclusión que el tapial estabilizado con oxido de calcio no eleva sus componentes de la resistencia, en cambio, estas presentan un efecto adverso al ambiente. Esta tesis llego a los siguientes resultados: en lo que es a la resistencia a la compresión al adobe estabilizado con cemento al 0% llego a un 0.76 Mpas, con el cemento al 2.5% llego a un 0.81 Mpas, 5% llego a un 1.39 Mpas, 10% llego a un 5.09Mpas, al 15% llego a un 6.08 Mpas y al 20% llego a su mejor resistencia con un 7.43 Mpas.

Pinzón Orjuela (2018) en la tesis titulada: “Desarrollo de recubrimiento natural (Nopal) para Fachadas en viviendas en adobe de la Candelaria”. este trabajo de investigación presenta la factibilidad de desarrollar un revestimiento de humedad moderada para fachadas construidas en terrenos en Candelaria, Bogotá. Como se ve a continuación, se estudiaron las diferentes propiedades físicas como químicas de cada uno de los

materiales, antes de realizar las diversas mezclas y construir múltiples prototipos en mampostería para finalmente verificar las proporciones óptimas de estos elementos y su encaje en el sistema constructivo. Las siguientes pruebas fueron realizadas en laboratorios las cuales dieron alcance de las muestras esperadas.

Torres Paucar, (2018) en su tesis titulada: “Prototipo de vivienda social modular emergente, con adobe estabilizado, para el caso de erupción del volcán Cotopaxi” cuyo objetivo general es contar con un diseño adecuado para una vivienda social con unidades de adobe que fueron estabilizadas en una zona sin riesgo durante la erupción volcánica en Ecuador en una de las regiones llamada Latcunga, teniendo los siguientes objetivos: a) expresar el contexto del diseño en un contexto de alta área de riesgo de la planificación y programas de vivienda, b) desarrollar algunos conceptos claves respecto de los motivos del diseño y materiales empleados para el proceso constructivo del sitio donde se realizara el estudio, c) brindar una visión más clara respecto al análisis que se requiere de la población, teniendo en cuenta también las fallas en la construcción. Los métodos utilizados son deductivos, partiendo de información general hasta conclusiones específicas, e inductivos, partiendo de hallazgos y conocimientos específicos para llegar a las siguientes conclusiones. Las viviendas construidas en Ecuador tienen baja calidad, debido a que la cantidad de casas construidas, los planos presentados se enfocan en viviendas sociales, los profesionales que construyen estas casas olvidan temporalmente su rol como investigadores y se basan en los estándares vigentes. Generalmente en pequeños lugares tienden a no funcionar ya que tienen como prioridad la seguridad y la construcción con adobe queda en suspenso ya que se sustituye con buenos materiales porque requieren a expertos en esta área.

Sánchez y ramírez, (2018), en la tesis de pregrado titulada: “Estudio De Permeabilidad En El Adobe Implementando Agregados Naturales”. Este estudio analizó el uso de agregados naturales para mejorar su permeabilidad en el adobe y aumentar su resistencia en sus propiedades mecánicas. Lo primero que se realizó fue la prueba de R.C y el deterioro que se genera al incluir agua a diferentes materiales como el extracto de la

hoja de plátano, hoja del plátano, masillla del trigo, goma del pino, eses del burro y una mezcla de los dos. Se aplicó una técnica estadística ANOVA para observar el efecto que provoca en la R.C. Después se llevaron a cabo diferentes pruebas como la permeabilidad, resistencia a compresión y flexión en diferentes tamaños, y ANOVA al resultado de compresión y al resultado a flexión. Al realizar las primeras pruebas se pudo observar que con 15% de colofonia y también al incrementar el 15% de estiércol y colofinal tiene mejor resistencia a compresión. En el cuadro estadístico se puede observar que tienen un acoplamiento adecuado. Al realizar los adobes con 15% de resina se fracturaron, debido a esto se realizó la prueba de permeabilidad, resistencia a compresión y flexión en el adobe mejorado con estiércol del burro y estiércol de burro + 15% de resina del pino.

De las diferentes pruebas realizadas se ve que el tapial mejorado con colofina de pino y estiércol son más impermeables teniendo una absorción de 18.95%, 5.88 Mpas en compresión, en tanto en la flexión es muy parecido a las que no tienen resina teniendo 0.838 Mpas y 0.840 Mpas. Al obtener estos valores superan los requisitos de la norma N CMT 2 01001, la calidad de bloques es de 24 % de agua absorbida y 2 MPa resistencia a compresión. Sin embargo, el cuadro estadístico indica que no fue optimo al obtener los resultados.

Rodriguez, (2018), en su tesis titulada: “Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna” El objetivo al agregar el mucilago al adobe fue hallar su resistencia a compresión, flexión y absorción, lo primero que se realizo fue una evaluación del suelo para saber qué tipo de material es y si cumple con los estándares según la normativa, ya que es importante para la elaboración de adobe. Para fabricar estas unidades de adobe provino de una de las canteras "Shaullo Chico". Se empezó con el análisis granulométrico para ver si se cumplía con los estándares según la norma técnica peruana E-0.80. Después, mediante la prueba de Proctor Modificado, diagnosticamos que proporción de agua se necesitaba para realizar los tapiales estándar y las de moco de tuna en diferentes adiciones que fueron 5, 10 y 15 %. Se puede decir que los adoquines se fabricaron utilizando la una prensa portátil llamada Cinva-Ram, utilizado

en los laboratorios. Al finalizar las pruebas pudimos observar que el adobe supera la mínima resistencia requerida según normal E080 de 12 kg/cm2. Específicamente, el ladrillo de tierra patrón tuvo la menor resistencia con 19.19 kg/cm², mientras que las mejoradas con mucilago al 5% llegan a 21.90kg/cm2, 10% a 25.27kg/cm2 y al 15% 27.56kg/cm2. El que presento mejores resultados fue el adicionado con 15% de mucilago. Este estudio experimental utilizó ensayos y procesos del método científico: El adoquín mejorado con diferentes porcentajes de mucilago mejoró considerablemente su resistencia a compresión y flexión comparadas con el tapial tradicional. Específicamente, la resistencia aumentó hasta un 43% y 42% respectivamente. Además, mientras que el adobe sin aditivos no pudo soportar la absorción del agua, las muestras de 5 y 10% con goma de tuna fueron las únicas que resistieron esta prueba. Estos resultados indican que las adicionadas con 15 % de goma muestra una tendencia positiva en cuanto a sus propiedades mecánicas.

3.1.2 Antecedentes a nivel nacional

Arevalo (2022) en su tesis de pregrado titulada: *"*Evaluación del comportamiento físico y mecánico del adobe con la incorporación del mucilago de huaraco en Macusani - Puno, 2021" tiene la finalidad de determinar el efecto que tiene el mucilago de huaraco en las P.F y P.M mejoradas y estas serán comparadas con el adobe tradicional.

se realizó 123 tapiales para las diferentes pruebas, 41 eran adobes tradicionales, 82 con mucilago de huaraco ya que se realizó para dos porcentajes de 50, 100% divididas a 41 cada uno. Las pruebas se desarrollaron en laboratorio, demostrando que al agregar mucilago de tuna mejoran todas sus propiedades. Se concluye que:

Adobe tradicional: 9.93 Kg/cm2, mucilago 50% aumenta a 17.98 Kg/cm2 y mucilago al 100% incrementa a 21.99 Kg/cm2, en lo que respecta a compresión de pilas, adobe tradicional 1.90 Kg/cm2, mucilago al 50% 2.87, y mucilago al 100% 5.54 Kg/cm2, los porcentajes de absorción: adobe tradicional 21.54%, mucilago al 50% 21.10%, y mucilago al 100% 19.89%, y finalmente en succión se obtuvo los siguientes resultados: adobe tradicional 19.97 g/min/200cm2, mucilago al 50% disminuye la succión 18.92

g/min/200cm2, y mucilago a 100% es donde tiene menor porcentaje de succión 12.59 g/min/200cm2.

Nazarkin y Almanza (2022) en su tesis de pregrado titulada: “Analisis Comparativo de las Propiedades Fisico – Mecanicas Entre el Adobe Compactado Mejorado con Mucilago de Patakiska y el Adobe Compactado Mejorado con Mucilago de Gigantón” Cuya finalidad es ver el comportamiento que se obtiene al agregar mucilago de patakiska y mucilago de giganton en sus diferentes propiedades, sustituyendo al 11.75% el mucilago de patakiska, teniendo como fin comparar los resultados. Luego de haber finalizado con las diferentes pruebas en el laboratorio se observó que no se puede evaluar la absorción debido a que las muestras se destruyeron por completo; en lo que es succión los adobes que fueron sustituidos con mucilago de patakiska tuvo una succión de 11.25%, respecto a la “resistencia a la compresión” 13.12 %, resistencia a la erosión 14.56 % mayor al mucilago de gigantón. Se llegó a la siguiente conclusión de que: al incrementar los porcentajes de mucilago de patakiska tienen mejores resultados tanto en su mejora a la resistencia y también mejorando sus comportamientos físico mecánicos, entonces se puede decir que presenta una mejora significativa con este aditivo natural.

Noriega y Madeley (2019) “Influencia de la Ceniza y Cemento en el Adobe para Muro de Mampostería sobre la Compresión y Durabilidad, Trujillo 2018”. Su objetivo fue “evaluar el suelo y la ceniza y el cemento afectan en la resistencia a la compresión y en la durabilidad en la construcción de muros de mampostería”. Reyna, 2019 indica que para la recolección de información se realizó mediante la técnica de observación, y un muestreo probabilístico. Al terminar su investigación pudo observar que al aumentar en su dosificación al 20% de ceniza, 9% cemento se tuvo una compresión de 11 kg/cm^2, según la ntp E.080 menciona el adobe debe llegar a una mínima resistencia de 10 kg/cm^2 cumpliendo lo que menciona la normativa. El objetivo de esta fue evaluar cómo el suelo, la ceniza y el cemento afectan las propiedades de “resistencia a la compresión” y la durabilidad del adobe utilizado en las construcciones de muro de mampostería.

Salazar (2018) *"*Evaluación De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas Del Adobe Mejorado Para La Construcción De Viviendas – Churcampa – Huancavelica" tra realizar las evaluaciones utilizando en un diseño sísmico, tienen un impacto directo en las construcciones al evaluar las diferentes propiedades mecánicas, propiedades físicas. Se llegó a la siguiente conclusión que determina que al mejorar la propiedad tanto físicas como mecánicas esta llega a influir directamente en el diseño sísmico de los adobes. Al haber realizado la mejora al tapial tradicional se pudo observar que su R. a compresión simple es de 24.68 kg/cm2 esta representara un 105% más de lo que se esperaba lograr. En lo que es la C. pilas es de 2.72 kg/cm2, lo que mejora a un 36% más de lo que se esperaba lograr en su resistencia. Al haber realizado las diferentes pruebas se puede decir que el tapial mejorado logra una mejor impermeabilización y podría soportar lluvias moderadas y también una resistencia moderada a los movimientos sísmicos.

Bairo y Dharyl (2019) en su tesis de pregrado titulada: "Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas del adobe estabilizado con cemento y mucilago de gigantón fabricado según la Norma E-0.80, comparado con el adobe tradicional del distrito de San Jerónimo de la Región de Cusco". Como objetivo fue lo siguiente: el porcentaje ideal con el que se adicionará el cemento portland tipo IP y el % de moco de tuna para la fabricación de adobes, con esto se podrá identificar que tanto está mejorando su propiedad física y mecánica, resistencia para saber en cada una de las pruebas que se realizó la mejora.

Después de realizar las diferentes pruebas se llegó a que los que fueron agregados en porcentajes de 15% y 7% tienden a tener un aumento notable en sus propiedades, así mismo se puede decir que esta incorporación mejora a los tapiales en sus diferentes propiedades (Olazaba. 2019).

3.1.3 A Nivel Regional

Espinoza Carrasco (2022) realizaron la investogacion titulada: “Influencia de la Adicion de Hidroxido de Calcio en la Resistencia a la Compresión por Unidad y en Pilas de Adobe Abancay, 2019” la próxima investigación, estudia los problemas que ocurren con las edificaciones construidas de adobe, ya que estas son comunes en muchas localidades de la sierra del Perú. La finalidad de la siguiente investigación fue: aumentar su calidad, propiedades y su resistencia del adobe tradicional. Estudios previos han demostrado que los adobes fabricados de forma convencional no ofrecen la seguridad necesaria, especialmente en caso de eventos sísmicos, poniendo en riesgo la vida de las personas. Por lo tanto, esta tesis propone añadir Ca(OH)2 al 13% y 17% que mejore el adobe. El aporte que se logra con esto es que se brinda una mejor garantía en su seguridad en la producción de adobes mejoradas. Demostrando el bloque de tierra con hidróxido de calcio tiene características y una resistencia superior, se realizaron pruebas físicas externas, como alabeo, variación dimensional y succión. También se realizaron otras pruebas que determinan la resistencia. Los resultados muestran que el adobe con 13% de cal obtuvo los buenos resultados, en comparación con el adobe tradicional, confirmando todas las hipótesis planteadas sobre la diferencia que se logra al añadir un aditivo natural para obtener un mejor comportamiento en sus propiedades.

Lopez y Ortiz (2018): en su tesis de pregrado titulada: “Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay” esta tesis tuvo como meta mejorar la calidad de los suelos incorporando cal en las calles que están ubicadas en Molinopata y Santo Domingo de la Urb. San Luis, incorporando un porcentaje de cal, con el fin de utilizarlo como capa de base para un pavimento, siguiendo las normas y especificaciones vigentes en el país”. La investigación fue de tipo exploratorio y analítico, y se enfocó en la urbanización de san Luis, provincia Abancay, específicamente la capa base en las calles Molinopata y Santo Domingo. Obteniendo que: “La adición del 8% de cal en peso seco del suelo produce un mejor índice de BCR en ambos tipos de suelo. Al realizar la prueba de Eades y Grim y

agregar cal al suelo, el pH aumenta por encima de 10.5, lo que rompe las moléculas de arcilla y genera productos cementantes que aumentan la resistencia del suelo".

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Adobe

Según (Peña Estrada, 2007), el término "adobe" proviene del vocablo egipcio "thobe", que significa ladrillo. Esta palabra tiene varios sentidos: el más habitual es "ladrillo de lodo secado al sol"; otro se refiere a una "masa de lodo", y también puede usarse simplemente para describir "ladrillos de lodo". En el Perú, el adobe se ha utilizado desde tiempo prehispánicos, y muchas de esas construcciones aún se conservan en la actualidad. Su empleo ha continuado a lo largo de la historia debido a su fácil disponibilidad y a las propiedades que ofrece, como la capacidad de aislar el ruido y a la vez las altas temperaturas exteriores. En nuestro territorio se ejecutan muchas viviendas con paja. Sin embargo, persiste la percepción que este tipo de edificaciones son frágiles frente al agua, ya que tiene a perder sus propiedades estructurales cuando llegan a la saturación, volviéndose pegajoso y, con el tiempo, llegando a punto de licuefacción. Una de las fortalezas es la facilidad con los que se puede utilizar en la construcción. Las unidades de adobe es considerados elementos más antiguos dentro del ámbito de la construcción.

Según (Peña Estrada, 2007), el adobe es definido como "un bloque de tierra sin cocer, al que se le puede añadir paja u otros elementos que incrementen sus propiedades mecánicas frente a factores externos. En cuanto a su composición, se forma a partir de la arcilla, limo y arena, el cual, al estar mezclada con agua, produce barro. No obstante, uno de los desafíos es asegurar que el suelo utilizado sea adecuado para esta mezcla. Es esencial seguir criterios de gradación en la preparación, ya que el exceso de arcilla puede provocar grietas internas al momento del secado; demasiado contenido de arena provoca la pérdida de cohesión del material; y el uso de suelos con material orgánica disminuye la resistencia y durabilidad frente a los factores de humedad.

3.2.1.1 Componentes del adobe

Según la norma (NTP E080) “indica que el adobe tiene que tener la siguiente composición, arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70% no debiéndose utilizar suelos orgánicos”.

Suelo

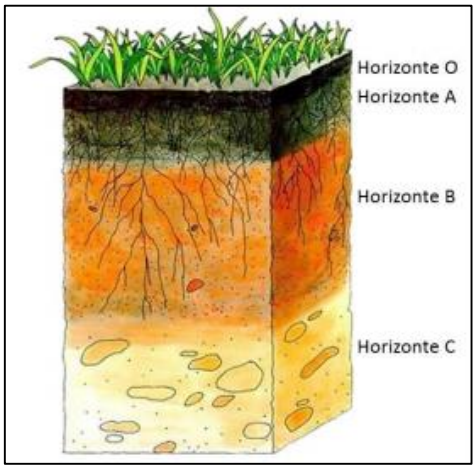
(Peña Estrada, 2007) “Los suelos se definen como el material presente en las capas más externas de la corteza terrestre, originado por la descomposición de las rocas a lo largo del tiempo, influenciados por diversos fenómenos naturales y por la actividad de los seres vivos en la superficie".

Perfil

“Se compone de distintas capas conocidas como: Horizonte A, que corresponde al suelo superficial compuesto por material descompuesto; Horizonte B, que representa el subsuelo; y el Horizonte C, que está compuesto por la roca madre (zona de material primario)” (Peña Estrada, 2007).

Figura 3

Perfil del suelo



Nota: *Juan Ibáñez (2008).*

3.2.1.2 Características físicas del Suelo

Según (Peña Estrada, 2007) “señala que es fundamental conocer las propiedades de los componentes del suelo, ya que esto nos permite realizar recomendaciones

adecuadas para su uso en la elaboración de adobe, ya sea en su forma tradicional o estabilizado con estabilizado con cemento".

El suelo está compuesto por diversos elementos que se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 3

Clasificación de suelos según el tamaño de sus partículas simplificando el contenido de la tabla 6, las porciones son:

FRACIONES DE SUELO	SUBDIVISIONES	SIMBOLO	TAMAÑO DE PARTICULAS (mm)
Suelos muy gruesos	Grandes piedras	Lbo	>630
	Piedras	Bo	>200 a 630
	Guijarros	Co	>63 a 200
Suelos gruesos	Grava	Gr	>2,0 a 63
	Grava gruesa	CGr	>20 a 63
	Grava media	MGr	>6,3 a 20
	Grava fina	FGr	>2,0 a 6,3
	Arena	Sa	>0,063 a 2,0
	Arena gruesa	Csa	>0,63 a 2,0
	Arena mediana	Msa	>0,2 a 6,3
	Arena fina	Fsa	>0,063 a 0,2
Suelos finos	Limos	Si	>0,002 a 0,063
	Limos gruesos	Csi	>0,02 a 0,063
	Limos medios	Msi	>0,006 a 0,02
	Limos finos	Fsi	>0,002 a 0,0063
	Arcillas	Cl	≤0,002

Nota: UNE-EN ISO 14688-1.

A. Gravas

(Peña Estrada, 1997), las gravas representan el componente más estable del suelo cuando están en contacto con el agua. Sin embargo, por si solas tienen a carecer de cohesión en estado seco, porque es necesario mezclar con limos y arcillas para obtener una estructura del suelo firme.

B. Arenas Gruesas

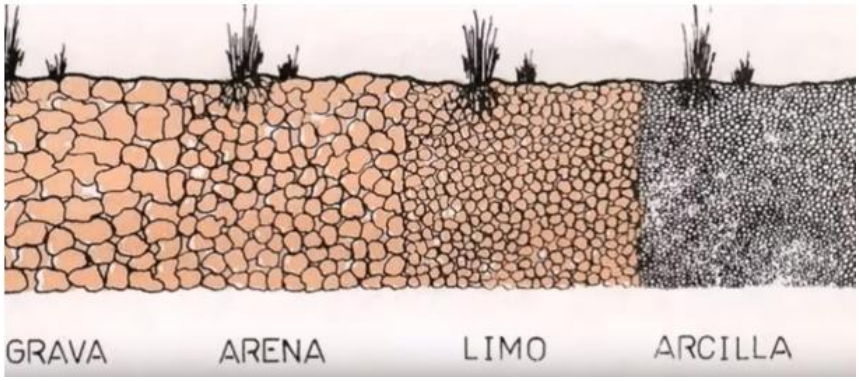
(Peña Estrada, 1997), “Señala que as arenas gruesas son un componente estable del suelo, cuyas propiedades mecánicas no se ven significativamente afectada por la presencia de agua”.

C. Arcillas

Se describe a la arcilla como un tipo de partícula extremadamente fina, con un tamaño menor a 0.002 mm. Este material contribuye a la cohesión del suelo al unir partículas más grandes. Sin embargo, cuando se encuentra húmeda, la arcilla tiene la capacidad de provocar cambios significativos en la estructuración al suelo debido a su inestabilidad, a diferencia de las arenas, que son más estable.

Figura 4

Textura del suelo



Nota: *D. Magallon y L. Gonzales (2012)*

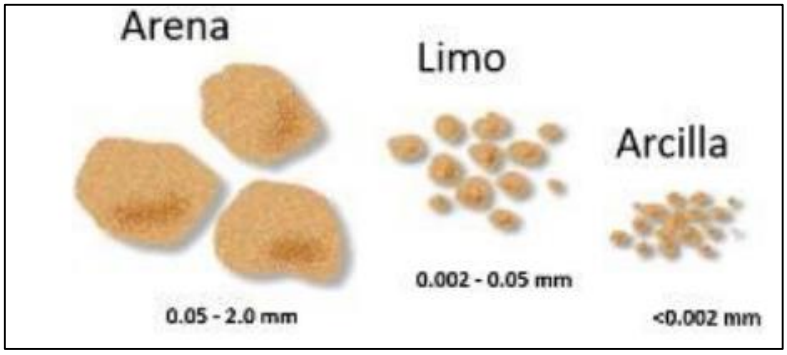
D. Limos

(Peña Estrada, 1997), caracteriza a los limos por su falta de cohesión en estado seco y por tener menor resistencia a la fricción en comparación con las arenas. Sin embargo, con el agua, su cohesión mejora. también, este tipo de suelos presenta cambios de volumen, ya que tienen a contraerse o expandirse. El limo es un sedimento clástico suelto que es transportado en suspensión por el viento o los ríos, y se depositan en los cauces de agua o en terrenos inundados. Para considerarse limos su tamaño debe de estar entre 0.0039 mm y 0.0625 mm. Al no presenciar la cohesión representa un desafío para a

construcción, por lo que los proyectos de arquitectura e ingeniería se deben de aplicar métodos especiales de cimentación.

Figura 5

Clasificación del suelo



Nota: Peña Estrada (1997)

3.2.2 Paja

"La paja es un material que se encuentra en los tallos de los cereales secos. Esta se encuentra entre la espiga y la raíz. Este es un material renovable, que a través del tiempo pasa por un proceso llamado fotosíntesis, absorbe agua y minerales de la tierra utilizando la energía solar. La paja está compuesta por celulosa, lignina y sílice, y tiene una superficie cerosa" (Sara Chutas & Champi Chávez, 2016).

(Cárdenas Paredes, 2008) indica que "La paja ayuda al material que no sufran rajaduras ya que cuando estas están expuestas al aire libre tienden a tener rajaduras y esta ayudara a que tenga una mejor adherencia, esta lograra conseguir mejorar en conjunto el muro ya que se incrementara la adherencia con el mortero y en el revestimiento; la paja se presenta en diferentes tipos, según la normativa recomienda que estas sean utilizadas en pequeños trozos de 5cm a 10cm.".

Figura 6

La paja

***Nota*:** *Elaboración propia*

3.2.3 Agua

(Sara Chutas & Champi Chávez, 2016) define que “el agua es uno de los elementos más indispensables del planeta tierra ya que es importante para la elaboración de los adobes, esta ayudara a que los bloques de adobe tengan una buena hidratación y en el desarrollo de todas sus propiedades.

a) Agua con mezcla

La combinación que se realiza entre el agua y la tierra para elaborar los adobes tiene las siguientes funciones:

- Hidrata la tierra.
- La mezcla tiene mejor lubricante que da trabajabilidad.

Se puede decir que de acuerdo a la porción de agua en la mezcla mejora la trabajabilidad en la tierra, teniendo mayor hidratación para elaborar los adobes.

3.2.4 Tuna

"El nombre científico de la tuna es (*Opuntia ficus-indica) e*ste cactus se localiza generosamente en toda la sierra de nuestro país, en donde cuenta con las condiciones apropiadas para crecer y establecerse. Estos cactus cuando maduran tienen sus frutos que son consumidas de por los campesinos, habitantes locales, y también es consumida en todo el país" (G.R.A.L, 2009).

3.2.4.1 Mucilago de tuna

Otra de las componentes que se menciona anteriormente es el "mucílago de tuna". Según (Abraján Villaseñor, 2008) "sus componentes se encuentran en los cladodios y en la piel de la penca de tuna. También se indica que en la cascara se encuentra el 0.5%, 1.2% en los cladodios su capacidad de rendimiento".

3.2.4.2 Método de extracción

Existen métodos para la extracción del mucilago que son:

Según (Vargas) indica que para utilizar las pencas primero se tiene eliminar las espinas y limpiarlas cuidadosamente, luego de esto estas tienen que ser cortadas en pequeños trozos que luego serán remojadas en el agua.

(Abraján Villaseñor, 2008) indica en su investigación que el tiempo de remojo de las pencas es indispensable para hallar la resistencia en la elaboración de los bloques de adobe. También Vargas indica que las condiciones climáticas son importantes en el remojo de las pencas de tuna ya que están tienen que estar en temperaturas que varían entre 15-20°C y con una humedad que puede presentarse entre 82% y 92%, según su investigación la mayor mucosidad se presentó entre los 14 y 25 días, llegando a la conclusión de que los 18 días se presentó la mayor mucosidad. A menor cantidad de días de remojo se pudo constar que el estabilizante tenga una consistencia nula. Y a mayor tiempo de remojo la pulpa de la penca se disolverá completamente y solo quedará la cascará, para luego llegar a un estado de putrefacción, presentándose un mal olor y el color también se oscurece y pierde su consistencia gomosa".

3.2.5 Procedimiento para fabricar adobes

3.2.5.1 Selección del suelo

(Minke, 2005) indica que el material utilizado en la fabricación del adobe es muy importante ya que esta determinara la calidad de los bloques de tapial, teniendo en cuenta que el suelo tiene que ser seleccionado con cuidado. Diferentes autores coinciden en que los suelos orgánicos o agrícolas no sirven para la elaboración de adobes, ya que estas tienen materia orgánica y por el alto contenido de sales.

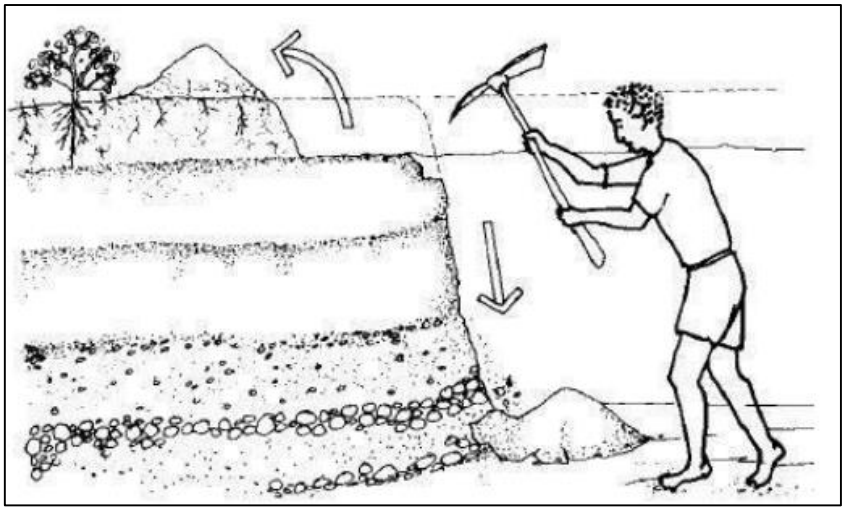
En los suelos se presentan en la parte superior materia orgánica y mientras más se desciende se incrementa el contenido de sales. Se recomienda que para la extracción de tierra tenga una profundidad de 60 a 90cm. (Minke, 2005).

En las componentes del suelo para la elaboración del adobe uno de los más importantes es la arcilla ya que esta actúa como un material ligante, y la cantidad de esta debe ser mayor ya que ayudara a cubrir a las partículas gruesas con una delgada capa. Si en el suelo hay mucha cantidad de arena esta causara que los bloques de adobe se desmenucen con mucha facilidad y si el suelo tiene mucha arcilla estas se agrietaran y se deformaran. En general, se considera un suelo de buena calidad al que contiene 50 y 75% de arena. El contenido de arena debe ser entre el 50% y 60%, limo y arcilla 50% y 10%.

A continuación, se muestran las condiciones requeridas:

Figura 7

Selección del suelo



Nota: *Selección del suelo (Manual de Adobe 2010)*

3.2.5.2 Hidratación previa

(Bravo & Romsay, 2007) indica que “Para hidratar el suelo se recomienda mezclar muy bien y dejarlo saturar, al menos por 3 dias como se indica en la norma, pero como mínimo se puede dejar reposar al menos por 24 horas antes de empezar a elaborar los adobes. Al realizar este proceso aumenta la facilidad de trabajo del suelo, reduce las grietas al momento de secado y mejora sus propiedades. El objetivo de la hidratación en la elaboración de la mezcla es que las partículas se deshagan completamente y que la arcilla active su adherencia al momento de elaborar los adobes y no se presentes grumos de tierra. Además, este proceso ayudará a que fermente el suelo de forma gelatinosa y será más trabajable.

3.2.5.3 Moldeado

El contenido de humedad optimo:

En su investigación (Bravo y Romsay, 2009) indica que el agua requerida tiene que ser la necesaria para que el moldeado del suelo ayude a moverse ligeramente dentro de la masa, si el contenido de agua se excede el suelo no tendrá una buena cohesión. Los diferentes tipos de suelo presentan un contenido de humedad que es óptimo, el cual se

puede compactar con una determinada energía y esta alcanzara una mayor densidad. Para la elaboración de adobes esto es muy importante ya que si se presenta esta no llegara a una resistencia adecuada si esta tiene un contenido de humedad que varía.

(Bravo y Romsay, 2009) “publico recomendaciones sobre la humedad optima del suelo para la elaboración de bloques. Middleton sugiere que este debe estar entre 14 y 20% del peso del suelo seco, Kern en su investigación recomienda que el rango ideal se presenta entre los 15 a 18%, Guillaud indica que puede estar entre 15 y 30%. Sin embargo, el contenido óptimo de humedad varía según el tipo de suelo y disminuye a medida que la arcilla aumente su cantidad, este proceso debe ser evaluado antes de la fabricación de adobes. Nacarino y Bardou afirman que la humedad estará entre entre el límite líquido y el límite plástico del suelo.

3.2.5.4 Procedimiento para el moldeado

Según el Manual de Construcciones al terminar de hacer la mezcla el moldeado es más sencillo. Lo primero que tiene que hacerse es humedecer las gaveras y luego rosear arena en los interiores, esto se realiza para que al momento de hacer el adobe se desmolde con facilidad. Posteriormente las adoberas son solocadas en el suelo para que se ponga el material, procurando que se llene de un solo golpe. Luego se tiene que enrasar en las partes superiores uniformemente. Como paso final, se desmolda los adobes para luego ser secados al aire libre y así sucesivamente preparar los siguientes adobes (Bravo y Romsay, 2009).

Figura 8

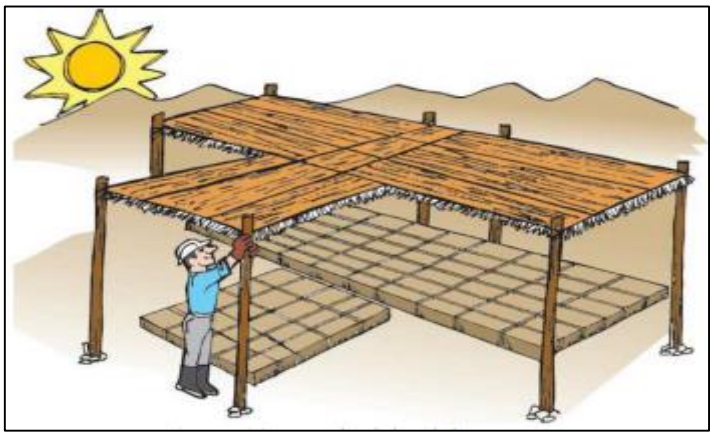
Moldeado de adobes

Nota: Elaboración propia

3.2.5.5 Secado

El secado variara de acuerdo al clima local. Al terminar de hacer los adobes tiene que ser cubiertos con plástico, los adobes no pueden ser movidas durante 2 a 3 días del mismo lugar de preparación, después de esto se procede a colocarlos en un lugar con techo por 30 días para que esté completamente seco. (Bravo y Romsay, 2009)

Figura 9
Secado del adobe



Nota: Secado del adobe

3.2.5.1 Dimensiones y formas

La forma del adobe generalmente es cuadrado o rectangular.

Según norma tienen las siguientes medidas:

- El largo es el doble del ancho según la norma.
- La altura mínima según la norma es de 0.8m (Norma E-080)

3.2.6 Ensayos de laboratorio

3.2.6.1 Ensayos de análisis de selección de suelo

3.2.6.1.1 Muestreo de suelo

El muestreo implica extraer una parte representativa del material que se usará para realizar los adobes.

Tipos de muestreo:

- ***Muestras Alteradas**: S*on las que se componen de material descompuesto o fragmentado, sin tomar medidas especiales para mantener sus características estructurales y de humedad. Sin embargo, se tiene que conocer el porcentaje de agua en el suelo, para que nuestra muestra se empaque y transporte de manera correcta. Las muestras que son alteradas se pueden obtener de una perforación al suelo, al momento de hacer la excavación podrá observar las capas de tierra y se tendrá que llegar hasta la profundidad necesaria para realizar el estudio (Sara Chutas y Champi Chavez, 2016).
- ***Muestras Inalteradas:*** estas muestras son las que donde se puede observar la humedad y estructura de cada muestra del suelo. Todas las muestras obtenidas son obtenidas de suelos finos ya que estas pueden ser lavadas sin que se desintegren. Estas se obtienen de la excavación de suelos, en las paredes, piso o en la superficie de un terreno natural (Sara Chutas y Champi Chavez, 2016).

3.2.6.2 Contenido de humedad

Según (MTC-E-108, 2016) define al contenido de humedad como la relación que se tiene entre el peso del agua y el peso solido del suelo. Esta se determinará mediante la cantidad de agua que contiene una muestra de suelo, respecto al peso seco de cada muestra.

Calculo:

$$W = \frac{Peso\ original\ \ de\ la\ muestra - Peso\ seco}{peso\ de\ suelo} x100$$

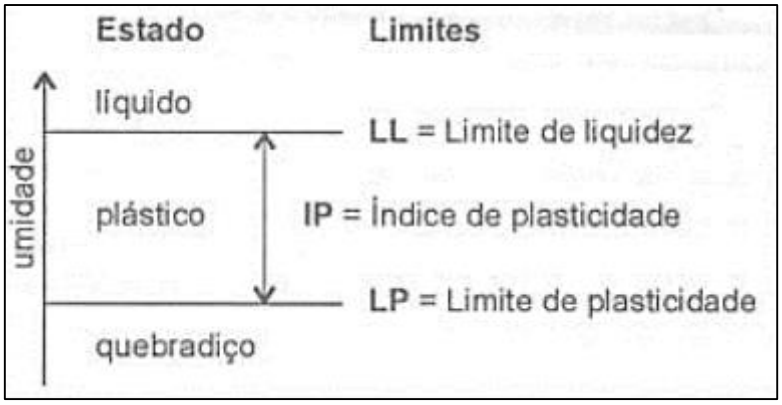
3.2.6.3 Límites de Atterberg

“El suelo tiende a tener diferentes estados que varían de acuerdo a su humedad. Cuanta más agua tenga el suelo, menos interacción habrá entre las partículas adyacentes y el suelo se comportará más como un líquido. En general, el líquido del agua que se adhiere a la superficie de las partículas del suelo no se comportará como un líquido. Si comparamos dos suelos, A y B, y el suelo A tiene una mayor capacidad de absorber agua en la superficie de sus partículas, es probable que el límite líquido del suelo A sea mayor que el del suelo B.

El límite que se presenta en diferentes países se establecieron de manera arbitraria, es incierto que estas puedan ser interpretadas por completo. Se puede decir que “la magnitud que se presenta en el límite líquido del suelo determinado se puede relacionar cuantitativamente con el espesor de cada una de las capas que fue absorbida con agua” (Joseph Bowles, 2018).

Figura 10

Límites de Atterberg



Nota: Límites Atterberg (Mecánica de Suelos, 1969)

3.2.6.4 Limite liquido

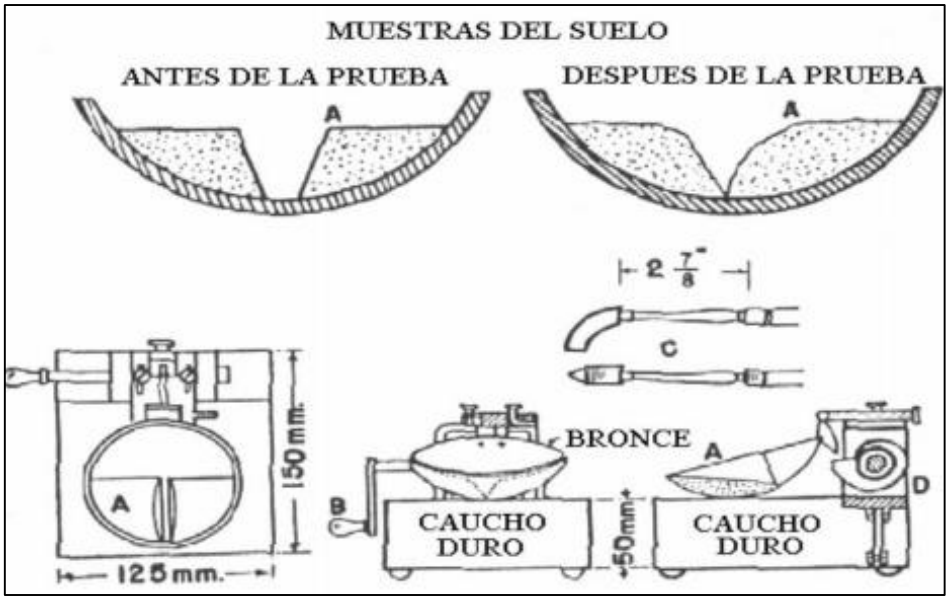
Según (Joseph Bowles, 2018) define que “Es el límite que se tiene entre el estado Semi-líquido y Plástico, se define al límite liquido como el contenido de humedad a un suelo que tiene que ser remoldeado con anticipación, estas al formar un trapezoidal fallan de una manera simultánea, asi mismo la ranura se cerrara longitudinalmente 13mm, sin que los apoyos resbalen, estas son impactadas con 25 golpes de manera consecutiva, cada uno de los golpes es contante 2 golpes por cada segundo, esta prueba se realizara en la copa Casagrande, con una caída de 1cm”.

***Los equipos utilizados son*:**

- Recipiente.
- Casagrande.

Figura 11

Secciones límite liquido



Nota: Valle Rodas, 1982

3.2.6.5 Limite plástico

(Joseph Bowles, 2018) define que el límite plástico es aquel suelo que presenta un contenido de humedad en el límite que se presenta entre el estado semi sólido y plástico que son expresados en porcentajes. Así mismo esta también es definida como el contenido humedad que presenta un cilindro de un material que será estudiada y será de 11cm. Con una longitud de 3.2 mm. de diámetro (esta se formara al momento de girarlo o enrollarlo en la palma de la mano que será deslizada en una superficie lisa) al presentar agrietamientos en su estructura".

Figura 12

Límites de suelo

Nota: Manual de Suelos (Joseph Bowles, 2018)

3.2.6.6 Índice de plasticidad

(Joseph Bowles, 2018) define que el índice de plasticidad es la diferencia entre el límites líquido y plástico, esto quiere decir que, el parámetro de la humedad del suelo y que esta se mantiene plástico".

Calculo:

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

$L.L.$: $Limite\ liquido$

$L.P.$: $Limite\ plastico$

3.2.6.7 Análisis granulométrico

Es de gran importancia para nuestra investigación que se realicen pruebas de granulometría de los suelos, ya que el suelo es la componente para realizar los adobes y conocer sus propiedades (Braja, 2001).

(Braja, 2001) indica que "la siguiente prueba nos ayudara a determinar el rango de tamaños de cada una de las partículas del suelo, y que estas son expresadas en porcentaje del peso (o masa) seco total. Existen dos tipos para realizar la prueba granulométrica, en la siguiente tesis se empleará el método de análisis por cribado".

El análisis por cribado se realiza sacudiendo la muestra por un conjunto de mallas de diferentes diámetros las cuales tienen aberturas progresivamente más pequeñas. Los números de las mallas estándar con sus tamaños de abertura.

"lo primero que se realiza para esta prueba es secar el suelo en un horno, al estar la tierra seca estas se desintegraran en pequeñas partículas antes de ser pesadas por cada una de las mallas, posteriormente de terminar el vibrado se pesara el suelo que fue retenido en cada malla, al ser analizada el suelo cohesivo" (Braja, 2001).

Tabla 4

Tamaño de malla estándar

MALLA N°	ABERTURA (mm)	MALLA N°	ABERTURA (mm)
4	4.75	**50**	0.30
6	3.35	**60**	0.25
8	2.36	**80**	0.18
10	2.00	**100**	0.15
16	1.18	**140**	0.11
20	0.85	**170**	0.09
30	0.60	**200**	0.08
40	0.43	**270**	0.05

*Nota***:** (Braja 2001)

Procedimiento:

- Teniendo seca nuestra muestra se pasará con la malla 3/8” para luego ser separada todo lo que paso por la malla, para determinar el % de agregado fino más confiable.
- Todo material que se quede en la malla 3/8” esta pasara por diferentes mallas 3”, 2 1/2”, 2”, 1 ½”, 1”, ¾”, ½” y 3/8” y estos fragmentos retenidas tienen que ser pesadas.
- Se tiene que hacer una mezcla homogénea de lo que pasa por la malla 3/8” y se tomara una muestra.
- Al obtener la muestra que pasa por la malla #200 se empieza a lavar dicho material con agua, al estar en contacto con el agua se empieza a lavar hasta que el agua arrastre todos los finos pasados por la malla, hasta que alcance una transparencia.
- Al terminar el lavado este se vierte en un recipiente desecador que va a permitir sedimentar durante un periodo de tiempo hasta que el agua se vuelva transparente en la superficie, al obtener esto se elimina el agua y se coloca el suelo al horno para su secado. (Urzua, 2011)
- Se pesará la muestra secada después de haber estado 24 horas en el horno.
- Al sacar la muestra del horno como paso final se pasa la muestra de la malla numero 4 a la 200 pensando lo que quede en cada una de las mallas en una

balanza. (Urzua, 2011)

Calculo:

El porcentaje que pasa por cada tamiz será calculado con la siguiente formula:

$$\%retenido = \frac{peso\ retenido\ en\ el\ tamiz}{peso\ total} x100$$

Tabla 5

Ejemplo de porcentaje retenido

MALLA N° 1	DIAMETRO (mm) 2	MASA DE SUELO RETENIDO EN CADA MALLA (g) 3	PORCENTAJE DE SUELOS RETENIDOS EN CADA MALLA 4	POR CIENTO QUE PASA 5
10	2.00	0.00	0.00	100.00
16	1.18	9.90	2.20	97.80
30	0.60	24.66	5.48	92.32
40	0.43	17.60	3.91	88.41
60	0.25	23.90	5.31	83.10
100	0.15	35.10	7.80	75.30
200	0.08	59.85	13.20	62.00
Pan		278.99	62.00	0.00

*columna 4= (columna 3)/(masa total de suelo)x100 + Aesto se llama porcentaje que pasa

*Nota***:** (Braja 2001)

3.2.7 Ensayo al mucilago de tuna

3.2.7.1 Ensayo de la viscosidad

Para realizar esta prueba de viscosidad realizaremos una metodología sencilla, se realizará con las siguientes formulas:

$$D_m = \frac{m}{vol}$$

Donde tenemos:

D_m= La densidad (kg/m^3)

M= Masa (kg)

Vol= Volumen (m^3)

Posteriormente se hallará la “densidad de la canica”, como primer paso calcularemos el volumen de la canica con la siguiente fórmula:

$$vol = \frac{4}{3} x\pi x r^3$$

Donde:

Vol= Volumen de canica (m^3)

π= 3.14

r= Radio de la canica (m^3)

contando con el valor obtenido reemplazaremos para hallar la densidad de la canica en la fórmula.

Después de tener todos los datos se halla la velocidad, con la siguiente formula:

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

V= Velocidad

D= Distancia (m)

T= Tiempo

- Se necesitará un vaso de vidrio al cual se colocará el mucilago de tuna.
- Se soltará una canica de una altura determinada que se tendrá que medir y al soltar la canica se tomara el tiempo que la canica choca con la base del vidrio.
- Teniendo el tiempo se reemplazará en la formula.
- Teniendo los datos se reemplaza en la fórmula de viscosidad:

$$Viscosidad = (\frac{2 * (D_{canica} - D_{mucilago)} * (g) * (r^2)}{9 * Vel})$$

Donde:

D_{canica}= D. canica (kg/m^3)

$D_{mucilago}$= D. mucilago (kg/m^3)

G= Gravedad (m/s^2)

R= Radio de la canica (m)

V= Velocidad (m/s).

(Stokes, 2007)

3.2.8 Ensayos para las Propiedades Físicas

Para determinar las propiedades físicas se realiza las siguientes pruebas de variación dimensional, alabeo, absorción y succión que se realizara de acuerdo al reglamento NTP 399.613 y 399.604 (NTP E-0.70, 2006).

3.2.8.1 Variación dimensional

Para el ensayo de variación dimensional consiste básicamente en observar si los bloques de adobe presentan variación en sus dimensiones que varían respecto a sus dimensiones nominales, eso quiere decir que cada bloque de adobe se debe medir el largo, ancho y alto, con una precisión de 1 mm, midiendo cada una de las caras de los cuatro lados del bloque y se obtendrá un promedio de cada borde. (Abanto Flores y Akarley Poma, 2014).

Se define a la variación dimensional a las alturas de la hilada, cuando presenta mayor variación se aumenta el espesor de las juntas de cada mortero, de 9 a 12 mm (Enciso Peralta, 2015).

$$\%V = \frac{DN - DP}{DN}\ x\ 100$$

Donde:

%V= V. de la dimensión

DN = D. nominal

DP = D. promedio

3.2.8.2 Alabeo

Para el alabeo se usa un instrumento que es la regla metálica y una cuña calibrada utilizada para hallar la concavidad y convexidad de cada uno de los adobes. La unidad de medida para el alabeo. (Gallegos, 2005)

$$V(\%) = \frac{\delta}{P}$$

Donde:

%V= V. en porcentajes

δ= D. estándar

P= Promedio. (NTP 399.613).

3.2.8.3 Absorción de agua

El ensayo de absorción se realiza de acuerdo a las normas indicadas en NTP 399.604 y 399.613.

La finalidad es saber su estado de saturación, teniendo como objetivo de tener un indicador que evidencie la suficiencia de absorción del agua de todas las muestras que fueron sumergidas durante veinticuatro horas (NTP, 399.613).

Procedimiento y cálculo:

Los adobes primero son pesados en estado natural antes de ser puestos en el horno por 24 horas, luego de este periodo se pesa otra vez para tener el peso seco del adobe. Después los adobes son sumergidos por completo en el agua en una tina por 24 horas para hallar el peso saturado del adobe. (NTP, 399.613)

Los adobes antes de ser pesados en su estado de saturación son secados con un trapo. No puede pasar más 5 minutos para que se pesen las muestras que fueron sumergidas en el agua. (NTP, 399.613)

Se sabe que según la (NTP 399.613) “La norma requiere que la prueba de absorción se lleve a cabo utilizando mitades de muestras de ensayo, ya que están diseñados con arcilla y estas permiten que se dividan con. Los adobes de cada una de las pruebas se secarán uniformemente en un horno estándar durante 24 horas. Con el objetivo de eliminar la humedad natural de las muestras, de modo que el resultado se base en la cantidad de agua que se absorbe en cada una de las muestras. Continuamente se pesa las muestras con una aprox. De 1gr. Los recipientes deberán estar preparas para que las muestras sean introducidas en ellas, las muestras tienen que estar sumergidas

completamente en el agua. Antes de sumergirlos, se registra la temperatura del agua potable en los baldes. Los especímenes se sumergen en agua limpia a una temperatura entre 15.5 °C y 30 °C, por 24 horas. Luego, se retiran, se seca el agua superficial con un paño y se pesan con aproximación de 1 gr, dentro de los siguientes 5 minutos".

Fórmula para hallar la absorción de cada muestra:

$$Absorcion\,\% = 100x\frac{(W_S - W_d)}{W_d}$$

Donde:

W_S= Peso saturado.

W_d= Peso seco.

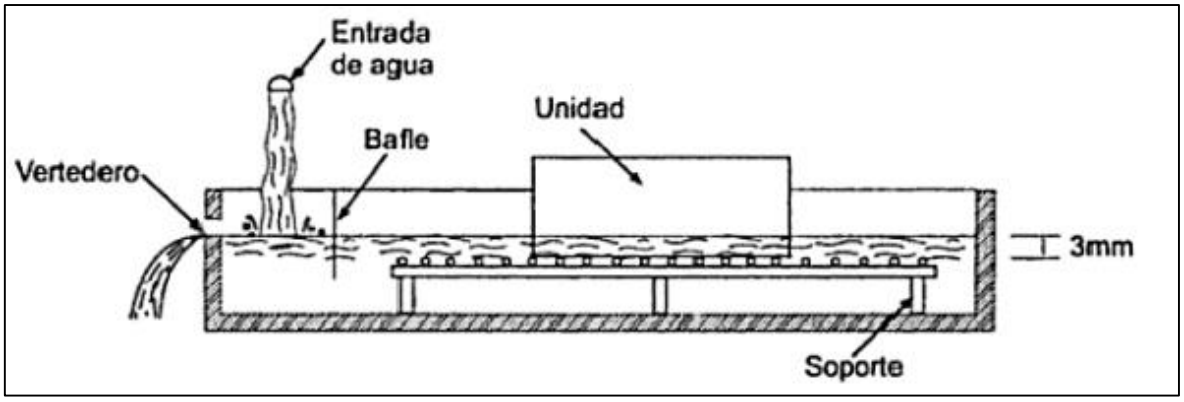
Al estar sumergido el adobe por 24 horas en agua fría. Como último paso se tiene que calcular el promedio de la absorción de cada muestra ensayada, se sumerge cada bloque al agua totalmente cubierto por un periodo de 24 horas (NTP, 399.613).

3.2.8.4 Succión de agua

Según la ntp 399.613 de unidades de albañilería define a la "succión como la velocidad con la que el bloque de ladrillo absorbe agua por capilaridad, que se mide en gramos y en cuanto tiempo se absorbe el agua por cada cm2 ya que el adobe estará sumergida durante 1min, que medirá la capacidad de absorción por capilaridad ya que solo se sumergirá una parte del bloque por un periodo corto de tiempo, es decir cuánto de agua puede ascender en un bloque de tierra por capilaridad en un periodo mormado de 1 min ±1 segundo" (NTP, 399.613).

Figura 13

Ensayo de succión



Nota: (Albañilería Estructural, Héctor Gallegos)

Calculo:

$$Succion = \frac{(P_{su} - P_{se}) * 200}{A}$$

Donde:

P_{su}= Peso en succión

P_{se}= Peso seco

A= Área de contacto del adobe

(NTP E-080,2017)

3.2.9 Ensayos para propiedades mecánicas

3.2.9.1 Resistencia a comprensión

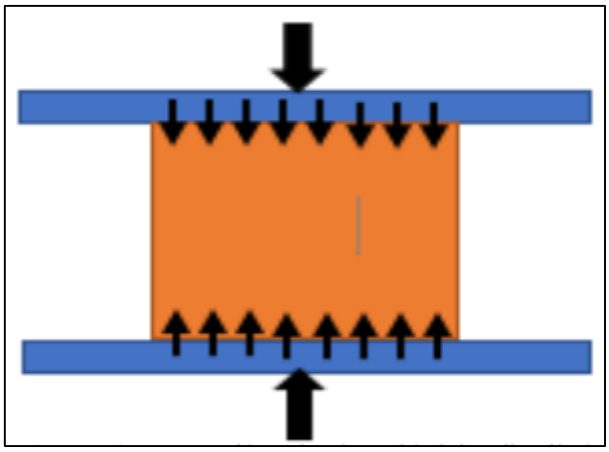
"según la normativa la resistencia a compresión de unidades se determina de acuerdo al área de sección transversal, se pide un mínimo de 6 unidades de adobe para realizar esta prueba, hallándose la resistencia ultima (f_o) este será el valor que sobrepasará el 80% de todas las piezas ensayadas" (NTP, 080).

Según la norma E080 para realizar los ensayos las muestras que se utilizaran tienen que estar completamente secas, los bloques tendrán que estar como mínimo al menos 24 horas en el horno antes de realizar la prueba, siendo el valor de (f_o) 10.2 kg/cm2. Este será el resultado de la presión a la que son sometidos cada bloque, en nuestro caso el sólido

deformable es el adobe. La fuerza que se le aplica al adobe se realizarán por la cara superior e interior, a someter la compresión la fuerza se distribuye equitativamente al poner la placa de acero en ambas caras como se puede observar en la siguiente imagen. (NTP, 080)

Figura 14

Prueba de compresión



Nota: (Albañilería Estructural, Héctor Gallegos)

Al aplicar una carga al adobe se hallará el área donde fallará de acuerdo a la compresión del adobe. (NTP, 080)

Calculo:

Para hallar la compresión de adobes se tiene la siguiente formula:

$$f_0 = \frac{F}{A}$$

Donde:

f_0= Fuerza a compresion (kgf/cm^2)

F= Fuerza de rotura (kg/f)

A= Area bruta (cm^2)

3.2.9.2 Resistencia a la compresión de pilas

Para evaluar la resistencia a compresión de los elementos de albañilería, se utilizan distintos pasos que se detallan a continuación:

Ensayos de pilas con materiales y tecnología a usar en obra.

“Las pilas deben construirse con una cantidad completa de adobes que permita obtener una relación de esbeltez (altura entre espesor) cercana a 3, asegurando una adecuada alineación vertical” (NTP, 080).

“se requiere un mínimo de cuatro adobes por pilas, y las juntas entre ellos deben de tener un espesor de 2cm, como se muestra en la figura 15. El periodo de secado es de 30 días, y se deben de ensayar al menos tres pilas como mínimo. A partir de estos ensayos se obtiene el esfuerzo ultimo f´m de la pila, el cual se calcula considerando el valor superado por al menos dos de las tres pilas evaluadas” (NTP, 080).

La fórmula correspondiente para calcular el esfuerzo de compresión en muros (f´m) se presenta a continuación:

$$f_m = 0.25\, f'_m$$

Donde:

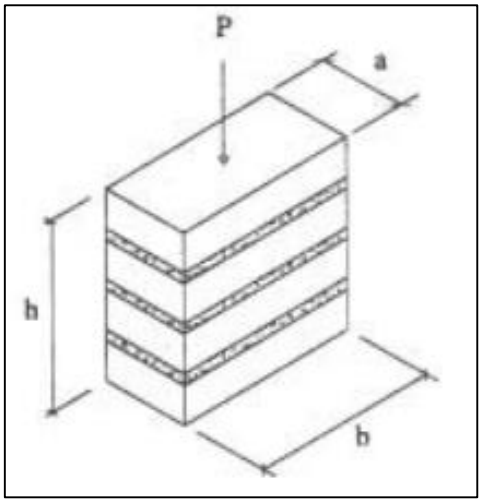
f_m= Esfuerzo a compresión último de pilas

a) Si no se realiza la prueba de pilas, según la normativa se contará con un esfuerzo admisible:

$$f_m = 2.0\ kg/cm^2$$

Figura 15

compresión de pilas.



Nota: Norma E-080 (2006)

3.3 Definición de términos

- **Propiedades Físicas:** Son Esas características modifican la sustancia sin cambiar su estructura.
- **Propiedades Mecánicas:** Estas propiedades explican cómo un material reacciona cuando se le aplican fuerzas externas.
- **Adobe:** Un bloque de construcción sin cocer, que es fabricado con una mezcla de arena con arcilla, a veces con paja, estas son realizadas en cuadrados o rectángulos, que es secado a la intemperie con los rayos del sol; estos podrán ser utilizados en construcciones de muros de viviendas, arcos.
- **Paja:** Es una práctica común en varias regiones del país con construcciones de adobe, usar paja para preparar los adobes y también en el mortero que los une.
- **Mucilago de Tuna:** Es un material que puede absorber y mantener agua por un período prolongado, reteniendo los ingredientes hidratantes.
- **Curado:** Mantener un nivel apropiado de “humedad y temperatura” en la muestra de concreto en las primeras horas es fundamental, ya que esto permite que el concreto desarrolle las propiedades para las que fue diseñado.
- **Alabeo:** La unidad de análisis muestra curvaturas, torceduras o deformaciones que pueden aumentar la necesidad de utilizar más mortero durante la colocación de los bloques. Al producirse estas deformaciones tiende a disminuir su adherencia con el mortero, produciéndose huecos en los bloques de adobe, lo que afecta y puede producirse fallas en las unidades de adobe. (NTP, 399.613)
- **Variación Dimensional:** La V.D de un muro afecta su comportamiento. A medida que aumenta la variación dimensional, el espesor del mortero también se incrementa, esto produce una disminución en su resistencia. (NTP, 399.613)
- **Absorción:** La absorción del agua es una medida de qué tan permeable es. La norma E070 establece que, para las unidades de arcilla, la absorción no debe superar el 22%, ya que un mayor nivel de absorción indica una mayor porosidad y, por lo tanto, menos resistencia a los efectos del clima.

- **Resistencia a la Compresión: "**La R.C de la unidad es su característica más importante y la que finalmente determina la resistencia a la compresión de la pared de mampostería (f'm). Generalmente, valores altos de resistencia a la compresión indican una buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición. Por el contrario, valores bajos son muestra de unidades que producirán mampostería poco resistente y poco duradera" (NTP, E-080).
- **Succión:** se define como la cantidad de agua que absorbe en su superficie al estar en contacto con el agua (NTP, 399.613).
- **Moldeo:** Hay dos formas de fabricar adobes: tradicional, cuando se utiliza un molde sin base y donde se hecha la mezcla directamente al piso, o la que usa moldes con base, lo cual ayuda a que los adobes sean más uniformes, con mayor resistencia y mejor acabado.

IV. Metodología

4.1 Tipo y nivel de investigación

Según (Hernández R. y otros, 2014) define que “es cuantitativo ya que esta es secuencial y probatoria, ya que se utilizara la recopilación de los datos y se probara si la hipótesis que se planteó se acepta o rechaza”.

Es experimental porque según (Hernandez y Mendoza, 2018) “se describe el hecho que se observa tal cual, las variables son manipuladas”.

4.2 Ámbito temporal y espacial

Esta tesis fue ejecutada desde octubre del 2023 a diciembre del 2024.

El lugar donde se ejecuto fue en la comunidad de Sotapa, provincia de Andahuaylas que pertenecen a la región de Apurímac, los estudios fueron realizados en dicha comunidad para obtener todos los datos que se necesita para el análisis

4.3 Población y muestra

Población

Se define como aquella muestra que se utilizara para la investigación.

Se tomaron como muestra 230 testigos de adobes, incorporados con “mucilago de tuna” con diferentes % al “25%, 50%, 75% y al 100%” elaborado en la provincia de Abancay.

Muestra

(Acorde y Rivas, 2017) define “una fracción de toda la población de estudio la cual es seleccionada para obtener la información necesaria para realizar la investigación, a esta se le realizara la observación y medición de las variables a de estudio”.

Tabla 6

Cuantificación de variación dimensional

PRUEBA	Cantidades de Muestras Usadas a los 30 días				
	Adobe tradicional	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**
Variación Dimensional	10	10	10	10	10
TOTAL		**50**			

Nota: Elaboración propia

Tabla 7

Cuantificación de alabeo

PRUEBA	Cantidades de Muestras Usadas a los 30 días				
	Adobe tradicional	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**
Alabeo	6	6	6	6	6
TOTAL		**30**			

Nota: Elaboración propia

Tabla 8

Cuantificación de absorción

PRUEBA	Cantidades de Muestras Usadas a los 30 días				
	Adobe tradicional	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**
Absorción	6	6	6	6	6
TOTAL		**30**			

Nota: Elaboración propia

Tabla 9

Cuantificación de succión

PRUEBA	Cantidades de Muestras Usadas a los 30 días				
	Adobe tradicional	**25%**	**50%**	**75%**	**100%**
Succión	6	6	6	6	6
TOTAL		**30**			

Nota: Elaboración propia

Tabla 10
Cuantificación de compresión

PRUEBA	Cantidades de Muestras Usadas a los 30 días				
	Adobe tradicional	25%	50%	75%	100%
Compresión	6	6	6	6	6
TOTAL		**30**			

Nota: Elaboración propia

Tabla 11

Cuantificación de compresión de pilas

PRUEBA	Cantidades de Muestras Usadas a los 30 días				
	Adobe tradicional	25%	50%	75%	100%
Compresión de Pilas	12	12	12	12	12
TOTAL		**60**			

Nota: Elaboración propia

Tabla 12

Resumen de la cuantificación de las muestras

PRUEBA	Total de Muestras
Variación Dimensional	50
Alabeo	30
Absorción	30
Succión	30
Compresión	30
Compresión de pilas	60
TOTAL	230

Nota: Elaboración propia

4.4 Instrumentos

En la siguiente tesis se usó la “observación directa”, donde consta que se registra y analiza toda la información para ser evaluada.

Fichas:

- Fichas para el ensayo de granulometría.

- Fichas para el ensayo de contenido de humedad
- Fichas para el ensayo de variación dimensional.
- Fichas para alabeo.
- Fichas de absorción.
- Ficha de Succión.
- Ficha de Compresión.
- Fichas compresión de pilas.

Así mismo los instrumentos utilizados tienen que contar con una validez de “juicio de expertos” las cuales están anexadas. La confiabilidad de esta tesis está respaldada por el laboratorio donde se realizó las diferentes pruebas, el laboratorio fue respaldado con un “certificado de calibración” de cada equipo.

4.5 Procedimientos

Para el procesamiento estadístico se realizó con el “Análisis de Varianza” (ANOVA), ya que esta determina y evalúa si las medias de tres o más grupos varían significativamente respecto a sus medidas.

H_0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \cdots = \mu_k$ (todas son iguales)

$H_1 = \mu_j \neq \mu \quad j = 1,2, \ldots, k$ (al menos una es diferente)

4.6 Análisis de datos.

Según Hernández y Mendoza, (2018), “indica que la manera de probar la verdad de un instrumento y que esta sea exacta medirá la variable que se busca medir. Se prueba la confiabilidad de cada instrumento será el grado en que se le aplica repetitivamente a las muestras y que estas producirán resultados iguales”.

4.7 Consideraciones éticas.

Uno de los puntos importantes de esta investigación es la responsabilidad, ya que se realizó con el cronograma. Toda la información de esta tesis se realizó bajo el siguiente fundamento “teóricos, antecedentes y marcos conceptuales teniendo como base libros,

pág. web, revistas entre otras fuentes". Los resultados corresponden a la ética del investigador. (Arias, 2020)

V: Resultados y discusión

5.1 Resultados

Al concluir la tesis se llegaron a los siguientes resultados que se realizaron de acuerdo a las normas vigentes, se presentaron de manera organizada con l intención de que se acepte o rechace la hipótesis.

5.1.1 Discusión de resultados del objetivo general

Determinar cuál es la influencia que se logra con la incorporación de mucilago de tuna para mejorar las propiedades físico mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que al incorporar el mucilago mejora sus propiedades tanto físicas y mecánicas en un adobe tradicional, respecto a sus propiedades físicas, el cual refleja que presenta menor variación dimensional las que fueron mejoradas con mucilago al 50%, también podemos observar que dentro de los ensayos de alabeo el que presenta menor concavidad y convexidad son los mejorados con mucilago al 100%, en lo que respecta al ensayo de succión y absorción los mejorados con mucilago al 100% son lo que presentan menores porcentajes de succión y absorción. Dentro de las propiedades mecánicas el adobe mejorado con mucilago de tuna al 100% son los que presentan mejor resistencia a la compresión y compresión de pilas. De modo que, se entiende que la incorporación de mucilago de tuna en los adobes tradicionales mejora su comportamiento físico mecánico.

5.1.2 Discusión de resultados del objetivo específico “a”

Analizar de qué manera influye la incorporación de mucilago de tuna en las propiedades físicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023.

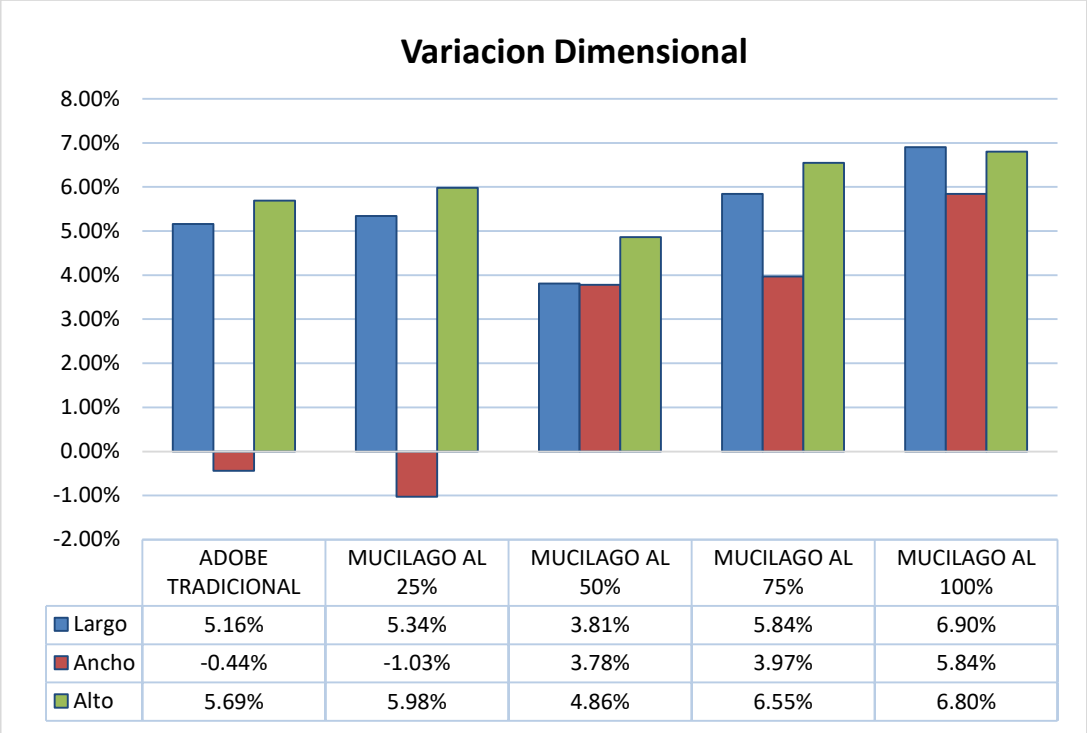
Variación dimensional

Los adobes que fueron mejorados con mucilago de tuna en un 50% presentan mejores resultados con respecto a la variación dimensional, en la Fig. 16 podemos observar que en cuanto al largo esta presenta una variación de 3.81%, ancho 3.78% y alto

4.86%, el adobe tradicional presenta mayor variación dimensional con un largo de 5.16%, alto 5.69% y también presenta menor variación respecto a tu ancho con -0.44%.

Figura 16

Diagrama de barras – resultados – ensayo de variación dimensional



Nota: Elaboración propia

Tabla 13

Resultados – variación dimensional

% de Variación Dimensional			
Descripción	**Largo**	**Ancho**	**Alto**
ADOBE TRADICIONAL	5.16%	-0.44%	5.69%
MUCILAGO AL 25%	5.34%	-1.03%	5.98%
MUCILAGO AL 50%	3.81%	3.78%	4.86%
MUCILAGO AL 75%	5.84%	3.97%	6.55%
MUCILAGO AL 100%	6.90%	5.84%	6.80%

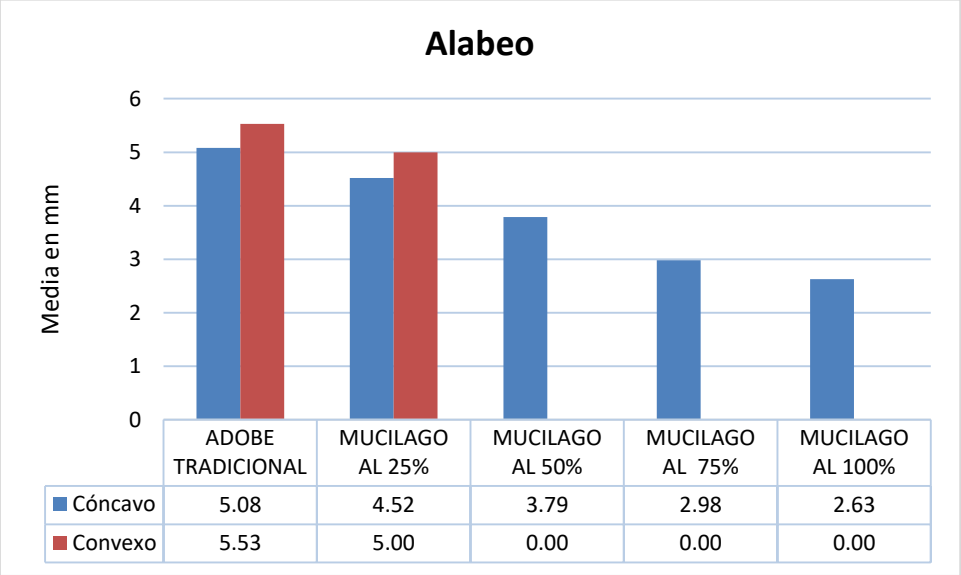
Nota: Elaboración propia

Alabeo

En la figura 17 y tabla 14 podemos observar los adobes mejorados con mucilago al 100% presentan menor concavidad con un valor de 2.6 mm, los adobes tradicionales presentan mayor concavidad con 5.08 mm y una convexidad de 5.53 mm**.**

Figura 17

Diagrama de barras – resultados – ensayo de alabeo



Nota: Elaboración propia

Tabla 14

Resultado – Alabeo

ALABEO		
Descripción	**Cóncavo**	**Convexo**
ADOBE TRADICIONAL	5.08	5.53
MUCILAGO AL 25%	4.52	5.00
MUCILAGO AL 50%	3.79	0.00
MUCILAGO AL 75%	2.98	0.00
MUCILAGO AL 100%	2.63	0.00

Nota: Elaboración propia

Succión

Tabla 15 y figura 18, podemos visualizar que en el “ensayo de succión” se tuvo buenos resultados, los adobes elaborados tradicionalmente brinda un resultado de 97.66 gr/200cm^2 -min un mayor índice de succión, la muestra que fue mejorada con mucilago de

tuna al 100% tiene un menor índice de succión de 45.70 gr/200cm^2 -min presentando mejores resultados al resto, a mayor porcentaje de adición de mucilago de tuna menor índice de succión.

Tabla 15

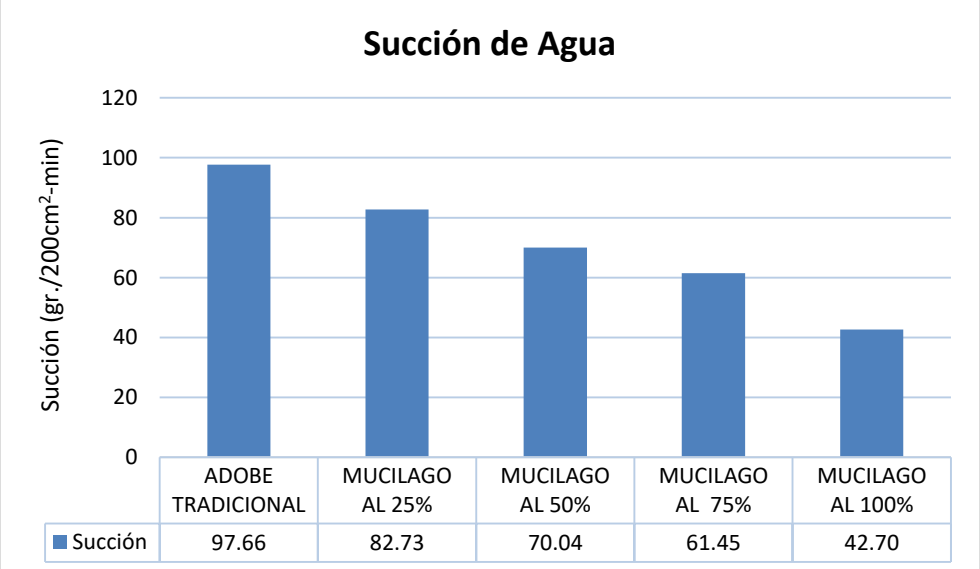
Resultado – ensayo de succión

ANALISIS ENSAYO DE SUCCIÓN	
ESPECIMEN	**SUCCION PROMEDIO (gr/200 cm^2-min)**
ADOBE TRADICIONAL	97.66
MUCILAGO AL 25%	82.73
MUCILAGO AL 50%	70.04
MUCILAGO AL 75%	61.45
MUCILAGO AL 100%	42.70

Nota: Elaboración propia

Figura 18

Resultado de barras – Succión



Nota: Elaboración propia

Absorción

De acuerdo a la tabla 16 y figura 19 se obtuvo como resultado que los adobes tradicionales tiene mayor porcentaje de absorción con un valor de 42.72%, el adobe mejorado con mucilago de tuna al 100% presenta menor porcentaje de absorción con un

valor de 34.04%. se deduce que a partir de lo mencionado anteriormente el diseño patrón es inferior al diseño con sustitución de mucilago, entonces a mayor porcentaje de sustitución de mucilago menor absorción.

Tabla 16

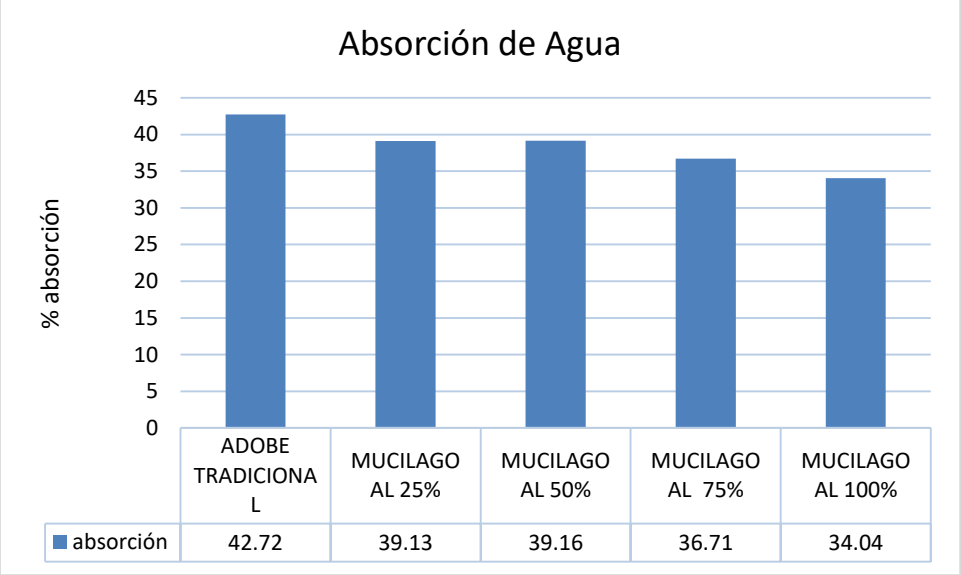
Resultado – absorción de agua

Absorción de Agua	
Descripción	**absorción**
ADOBE TRADICIONAL	42.72
MUCILAGO AL 25%	39.13
MUCILAGO AL 50%	39.16
MUCILAGO AL 75%	36.71
MUCILAGO AL 100%	34.04

Nota: Elaboración propia

Figura 19

Diagrama de barras – resultados – ensayo de absorción de agua



Nota: Elaboración propia

5.1.3 Discusión de resultados del objetivo específico “b”

Analizar de qué manera influye la incorporación de mucilago de tuna en las propiedades mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023

Compresión de unidades

En la tabla 17 y figura 20, se puede observar que los adobes tradicionales presentan menor resistencia que alcanzando a 12.40 Kg/cm^2, los adobes mejorados con mucilago de tuna al 100% presentan una mejor resistencia llegando a 24.90 kg/cm^2**.**

Tabla 17

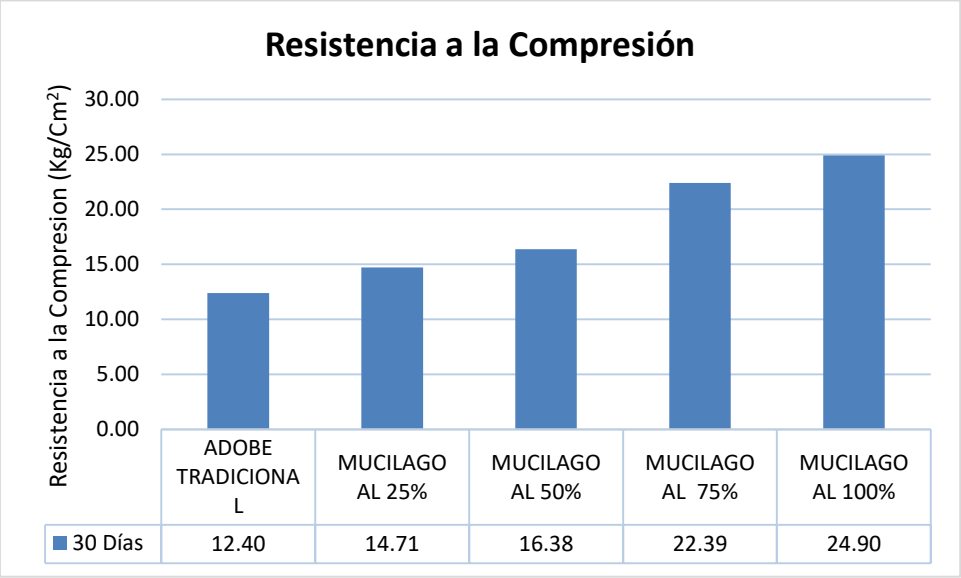
Resultado – compresión de unidades

Resistencia a la Compresión de Unidades	
Descripción	**30 Días**
ADOBE TRADICIONAL	12.40
MUCILAGO AL 25%	14.71
MUCILAGO AL 50%	16.38
MUCILAGO AL 75%	22.39
MUCILAGO AL 100%	24.90

Nota: Elaboración propia

Figura 20

Diagrama de barras – resultados – compresión de unidades



Nota: Elaboración propia

Compresión de pilas

En la tabla 18 y figura 21 se visualiza que las unidades de adobe tradicional presentan menores valores de resistencia a la compresión de pilas presentando un valor de 5.39 kg/cm^2, los adobes mejorados con mucilago de tuna presentan mayor resistencia siendo el mejorado al 100% quien tiene mayor resistencia teniendo un valor de 10.21 kg/cm^2**.**

Tabla 18

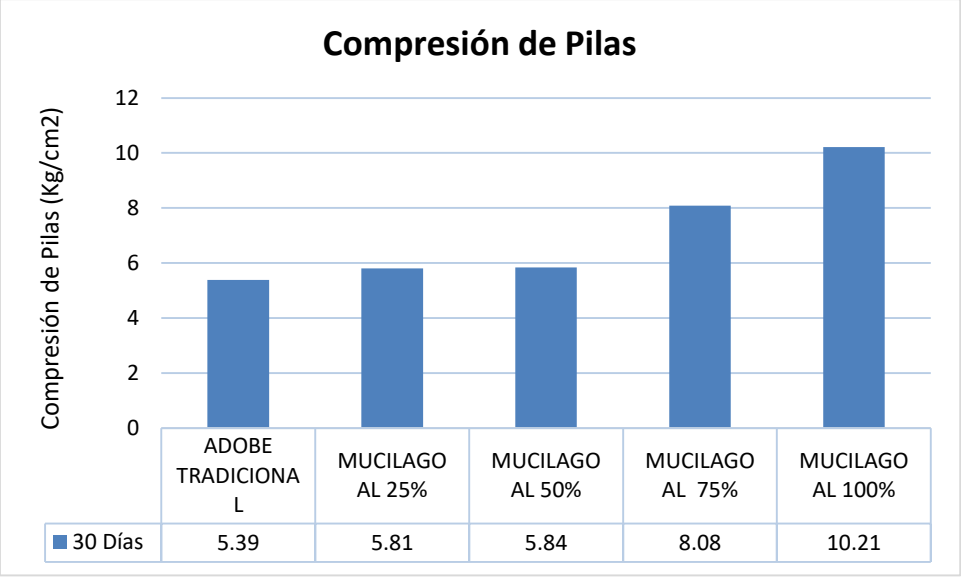
Resultado – compresión de pilas de adobe

Resistencia a la Compresión de Pilas	
Descripción	**30 Días**
ADOBE TRADICIONAL	5.39
MUCILAGO AL 25%	5.81
MUCILAGO AL 50%	5.84
MUCILAGO AL 75%	8.08
MUCILAGO AL 100%	10.21

Nota: Elaboración propia

Figura 21

Diagrama de barras – resultados – compresión de pilas de adobe



Nota: Elaboración propia

5.1.4 Discusión de resultados del objetivo específico “c”

Reconocer el porcentaje óptimo de la integración del mucilago de tuna para mejorar propiedades físico mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de las diferentes pruebas realizadas, se puede decir que los mejores resultados obtenidos fueron el adobe mejorado con mucilago de tuna al 100%. Dentro de las propiedades físicas se realizaron las pruebas de variación dimensional, alabeo, succión y absorción, en el ensayo de variación dimensional los adobes tradicionales tienen un porcentaje de variación dimensional de largo 5.16%, ancho -0.44%, alto 5.69%, los que tienen menor variación dimensional son los adobes mejorados con mucilago al 50% con un largo 3.81%, ancho 3.78% y alto 4.86%.

En la prueba de alabeo el adobe tradicional presenta mayor concavidad de 5.08 mm y una convexidad de 5.53 mm, los adobes mejorados con mucilago al 100% presentan menor concavidad de 2.63 mm y no presentan convexidad. Dentro de la prueba de succión el adobe tradicional tiene un porcentaje mayor de succión de 97.66 gr/200cm2 -min, los adobes mejorados al 100% presentan menor valor de succión de 42.70 gr/200cm2 -min, en la prueba de absorción los adobes tradicionales presentan una absorción mayor de 42.72 % y los adobes mejorados con mucilago al 100% una absorción menor de 34.04%.

En las propiedades mecánicas se consideraron las pruebas de compresión de unidades de adobe y compresión de pilas de adobe teniendo los siguientes resultados, en la prueba de compresión de unidades el adobe tradicional es el que presenta menor resistencia con 12.40 kg/cm^2, los adobes mejorados con mucilago al 100% presentan una mayor resistencia de 24.90 kg/cm^2, en la prueba de compresión de pilas el adobe tradicional tiene una resistencia menor de 5.39 kg/cm^2, los adobe que se mejoran con mucilago al 100% presentan la mayor resistencia de 10.21 kg/cm^2. Teniendo de cada una de las pruebas podemos decir que el adobe con mucilago al 100% son los que presentan “menor variación dimensional, menor porcentaje de absorción, succión, y tiene mayor resistencia a compresión de unidades y pilas”.

5.2 Prueba de hipótesis

5.2.1 Hipótesis General

La incorporación de mucilago de tuna, influye para mejorar las propiedades físico mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023.

Decisión: después de haber sido analizado y comprobado con la parte estadística a la que se sometió las hipótesis específicas, podemos decir que la incorporación de mucilago de tuna para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un adobe tradicional varia significativamente en el distrito de Huancarama, 2023.

5.2.2 Hipótesis Especifica "a"

Planteamiento de la hipótesis

H_0 ($\mu_1 = \mu_2, \mu_3, \mu_4,$) La incorporación de mucilago de tuna **no influye** en las propiedades físicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023.

H_a ($\mu_1 \neq \mu_2, \mu_3, \mu_4,$) La incorporación de mucilago de tuna **influye** en las propiedades físicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023.

- **Variación dimensional - Largo**

Tabla 19

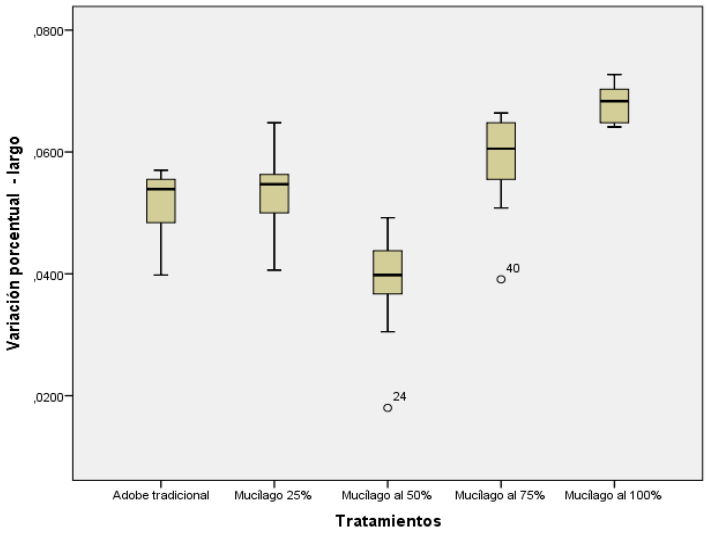
Medidas de estadísticos descriptivos de la variación dimensional – largo

	n	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
Adobe tradicional	10	5.164	0.555	0.175	3.980	5.700
Mucílago 25%	10	5.343	0.721	0.228	4.060	6.480
Mucílago 50%	10	3.812	0.864	0.273	1.800	4.920
Mucílago75 %	10	5.836	0.839	0.265	3.910	6.640
Mucílago 100%	10	6.804	0.315	0.100	6.410	7.270
Total	50	5.392	1.185	0.168	1.800	7.270

Nota: Elaboración propia

Figura 22

Media variación dimensional - largo



Nota: Elaboración propia

Tabla 20

Análisis de varianza de variación dimensional – largo

Grupos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	47.417	4	11.854	25	0.001
Dentro de grupos	21.401	45	0.476		
Total	68.818	49			

Nota: Elaboración propia

Dado que p = 0.001 < 0,05, existe diferencia significativa en la variación dimensional promedio (largo), por lo que concluimos que existe una diferencia significativa en la variación dimensional promedio - largo según incorporación del mucilago en diferentes porcentajes.

- **Variación dimensional - Ancho**

Tabla 21

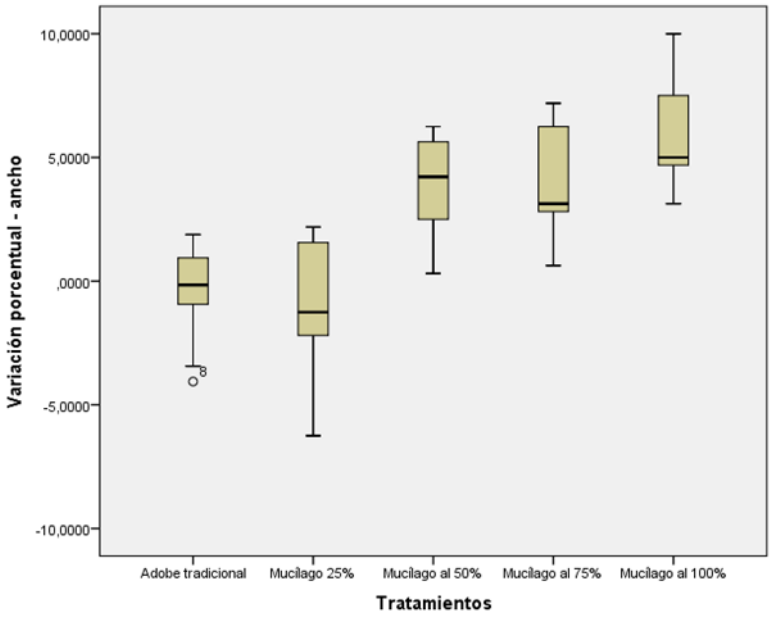
Medidas de estadísticos descriptivos de la variación dimensional – Ancho

	n	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
Adobe tradicional	10	-0.437	1.973	0.624	-4.060	1.880
Mucílago 25%	10	-1.034	2.831	0.895	-6.250	2.190
Mucílago 50%	10	3.783	2.023	0.640	0.310	6.250
Mucílago 75%	10	3.971	2.286	0.723	0.630	7.190
Mucílago 100%	10	5.845	2.257	0.714	3.130	10.000
Total	50	2.426	3.493	0.494	-6.250	10.000

Nota: Elaboración propia

Figura 23

Media variación dimensional - Ancho



Nota: Elaboración propia

Tabla 22

Análisis de varianza de variación dimensional – Ancho

Grupos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	360.864	4	90.216	17.138	0.002
Dentro de grupos	236.891	45	5.264		
Total	597.755	49			

Nota: Elaboración propia

Dado que p = 0.002 < 0,05, existe diferencia significativa en la variación dimensional promedio (ancho), por lo que concluimos que existe una diferencia significativa en la variación dimensional promedio – ancho según incorporación del mucilago en diferentes porcentajes.

- **Variación dimensional - Alto**

Tabla 23

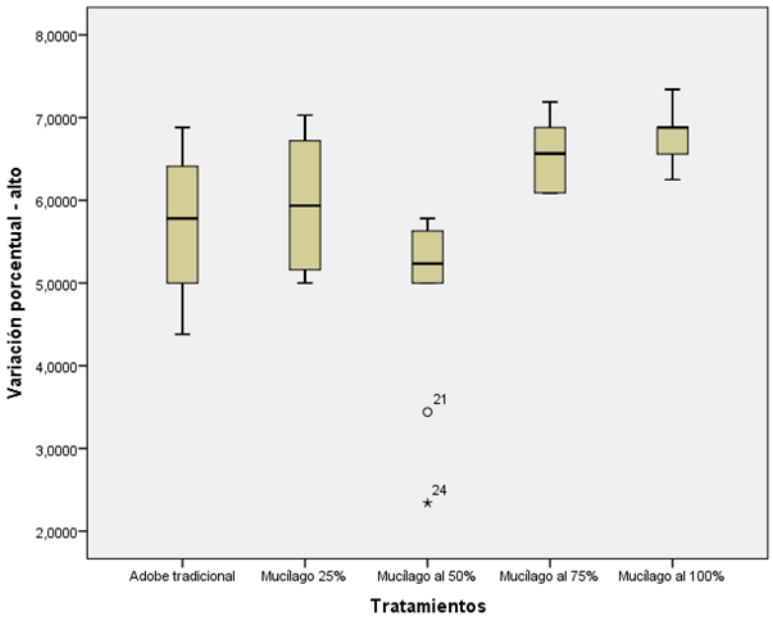
Medidas de estadísticos descriptivos de la variación dimensional – Alto

	n	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
Adobe tradicional	10	5.689	0.917	0.290	4.380	6.880
Mucílago 25%	10	5.984	0.843	0.267	5.000	7.030
Mucílago al 50%	10	4.860	1.102	0.349	2.340	5.780
Mucílago al 75%	10	6.547	0.415	0.131	6.090	7.190
Mucílago al 100%	10	6.798	0.324	0.102	6.250	7.340
Total	50	5.976	1.017	0.144	2.340	7.340

Nota: Elaboración propia

Figura 24

Media variación dimensional – Alto



Nota: Elaboración propia

Tabla 24

Análisis de varianza de variación dimensional – Alto

Grupos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	23.296	4	5.824	10.000	0.025
Dentro de grupos	27.393	45	0.609		
Total	50.689	49			

Nota: Elaboración propia

Dado que p = 0.000 < 0,05, existe diferencia significativa en la variación dimensional promedio (alto), por lo que concluimos que existe una diferencia significativa en la variación dimensional promedio – alto según incorporación del mucilago en diferentes porcentajes.

- **Alabeo**

Tabla 25

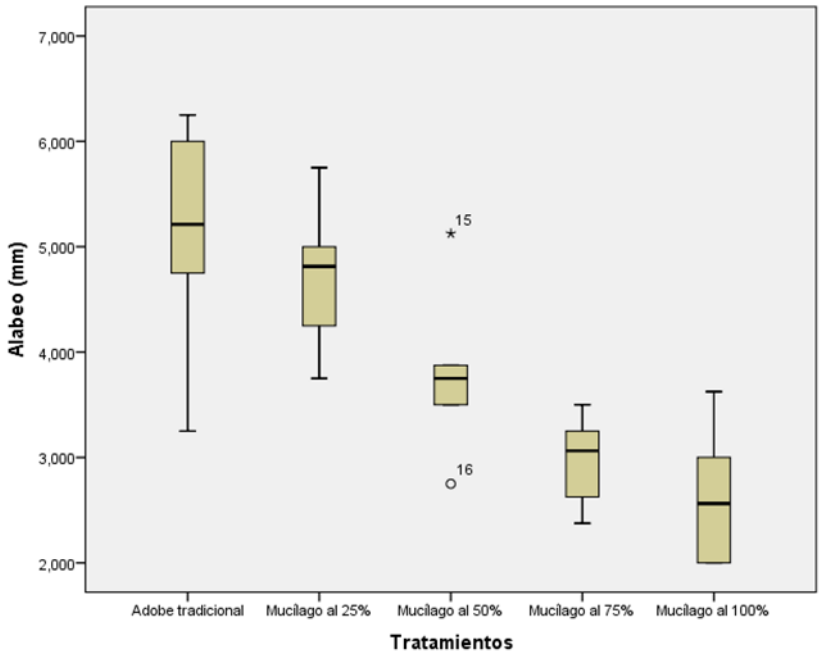
Medidas estadísticas de alabeo

	n	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
Adobe tradicional	6	5.113	1.068	0.436	3.250	6.250
Mucílago 25%	6	4.729	0.682	0.278	3.750	5.750
Mucílago 50%	6	3.792	0.769	0.314	2.750	5.125
Mucílago 75%	6	2.979	0.414	0.169	2.375	3.500
Mucílago100%	6	2.625	0.632	0.258	2.000	3.625
Total	30	3.848	1.198	0.219	2.000	6.250

Nota: Elaboración propia

Figura 25

Media alabeo.



Nota: Elaboración propia

Tabla 26

Análisis de variación de alabeo.

Grupos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	27.775	4	6.944	12.538	0.025
Dentro de grupos	13.845	25	0.554		
Total	41.620	29			

Nota: Elaboración propia

Dado que p = 0.025 < 0,05, existe diferencia significativa en el alabeo, concluimos que existe una diferencia significativa en el alabeo promedio según incorporación de mucilago en diferentes porcentajes.

- **Succión**

Tabla 27

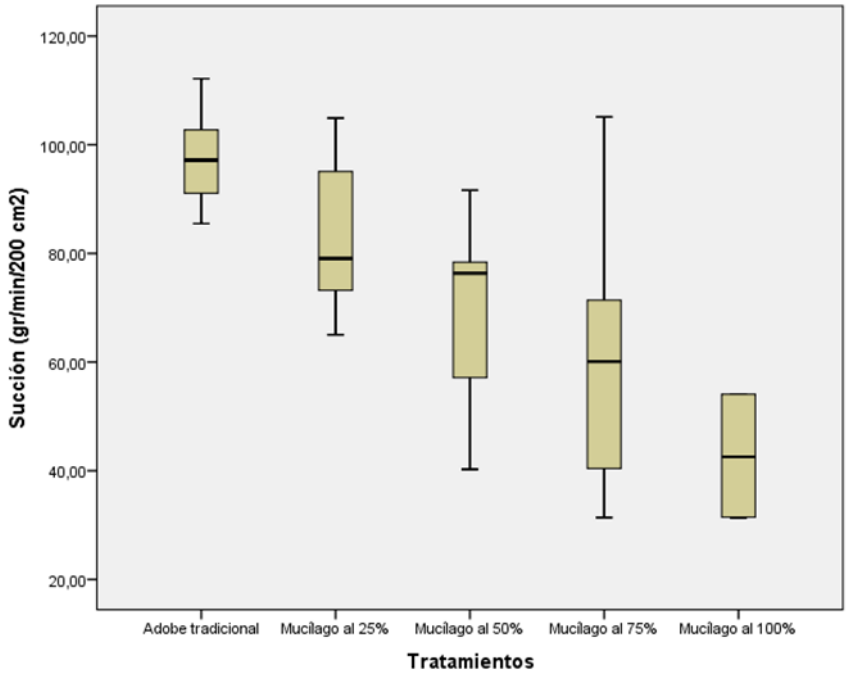
Mediadas estadísticas – succión

	n	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
Adobe tradicional	6	97.633	9.438	3.853	85.500	112.170
Mucílago 25%	6	82.728	14.907	6.086	65.030	104.910
Mucílago 50%	6	70.023	18.266	7.457	40.280	91.620
Mucílago 75%	6	61.423	25.954	10.596	31.380	105.120
Mucílago 100%	6	42.695	10.242	4.181	31.370	54.140
Total	30	70.901	24.608	4.493	31.370	112.170

Nota: Elaboración propia

Figura 26

Media succión.



Nota: Elaboración propia

Tabla 28

Análisis de varianza - succión.

Grupos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10,444.070	4	2,611.018	9.171	0.010
Dentro de grupos	7,117.329	25	284.693		
Total	17,561.399	29			

Nota: Elaboración propia

Dado que p = 0.010 < 0,05, existe diferencia significativa en la succión, concluimos que existe una diferencia significativa en la succión promedio según incorporación de mucilago en diferentes porcentajes.

- **Absorción**

Tabla 29

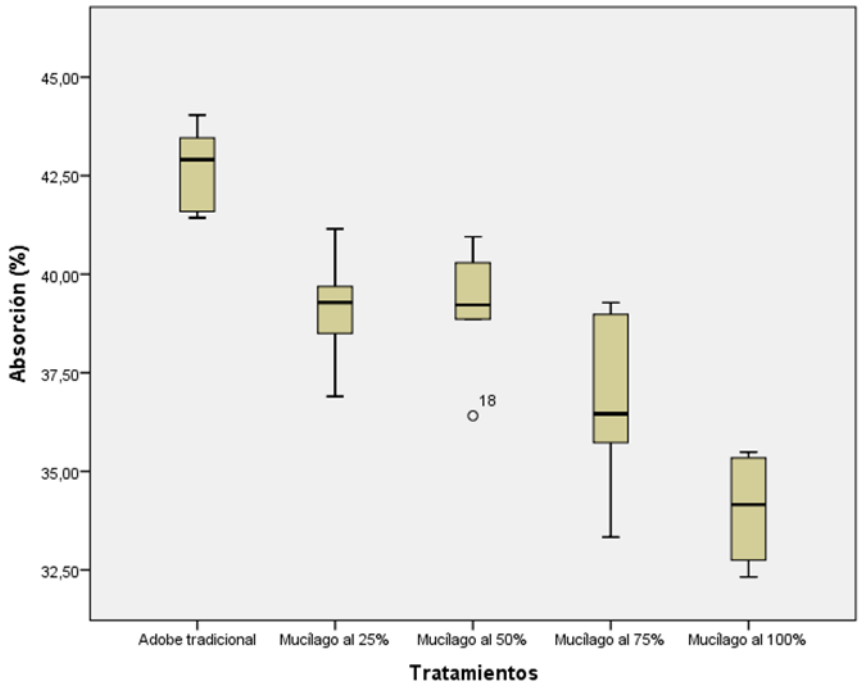
Medidas estadísticas – absorción

	n	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
Adobe tradicional	6	42.722	1.034	0.422	41.43	44.04
Mucílago 25%	6	39.135	1.409	0.575	36.9	41.15
Mucílago 50%	6	39.158	1.564	0.638	36.41	40.95
Mucílago 75%	6	36.707	2.205	0.900	33.33	39.28
Mucílago 100%	6	34.035	1.301	0.531	32.32	35.49
Total	30	38.351	3.272	0.597	32.32	44.04

Nota: Elaboración propia

Figura 27

Media de absorción.



Nota: Elaboración propia

Tabla 30

Análisis de varianza de absorción.

Grupos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	250.205	4	62.551	25.944	0.013
Dentro de grupos	60.274	25	2.411		
Total	310.480	29			

Nota: Elaboración propia

Dado que p = 0.013< 0,05, existe diferencia significativa en la Absorción, concluimos que "existe una diferencia significativa en la Absorción promedio" según incorporación de mucilago en diferentes porcentajes.

Decisión

Teniendo los datos estadísticos y viendo que p < 0,05 Se rechaza la Ho y se acepta la Ha, existe diferencias significativas al incorporar de mucilago de tuna en las propiedades físicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023.

4.2.1 Hipótesis Especifica "b"

Planteamiento de la hipótesis

H_0 ($\mu_1 = \mu_2, \mu_3, \mu_4,$) La incorporación de mucilago de tuna **no influye** de tuna en las propiedades mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023.

H_a ($\mu_1 \neq \mu_2, \mu_3, \mu_4,$) La incorporación de mucilago de tuna **influye** de tuna en las propiedades mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023.

- **Resistencia a la compresión de unidades**

Tabla 31

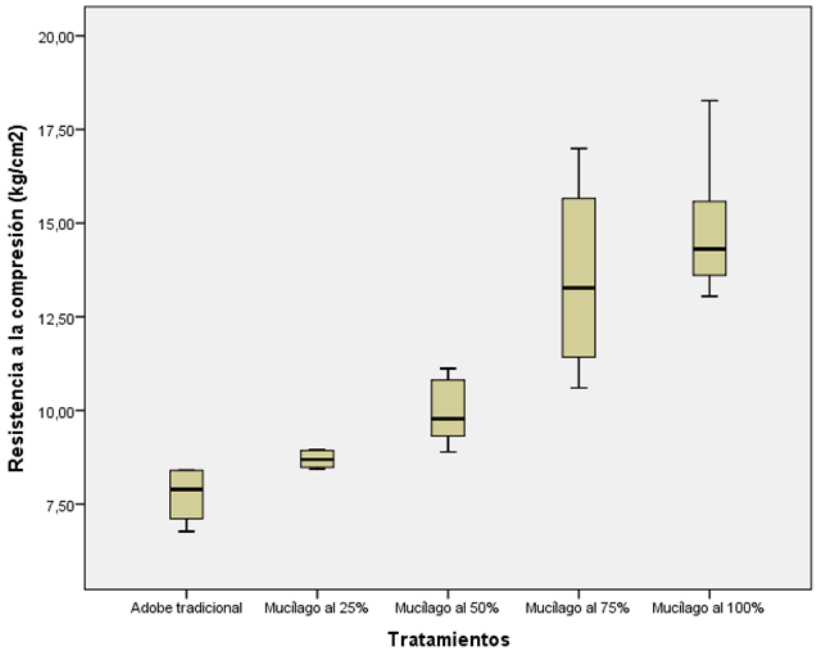
Medidas de tendencia central de resistencia a la compresión

	n	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
Adobe tradicional	6	12.401	0.715	0.292	6.770	8.400
Mucílago 25%	6	14.710	0.219	0.089	8.440	8.960
Mucílago 50%	6	16.380	0.868	0.354	8.890	11.120
Mucílago 75%	6	22.391	2.442	0.997	10.600	16.990
Mucílago 100%	6	24.901	1.876	0.766	13.050	18.270
Total	30	18.157	3.127	0.571	6.770	18.270

Nota: Elaboración propia

Figura 28

Media de la resistencia a la compresión.



Nota: Elaboración propia

Tabla 32

Análisis de varianza de resistencia a la compresión de unidades.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	229.638	4	57.410	26.594	0.003
Dentro de grupos	53.969	25	2.159		
Total	283.607	29			

Nota: Elaboración propia

Dado que p = 0.003 < 0,05, concluimos que existe una diferencia significativa en la Resistencia a la compresión de unidades promedio según incorporación de mucilago en diferentes porcentajes.

- **Resistencia a la compresión de pilas**

Tabla 33

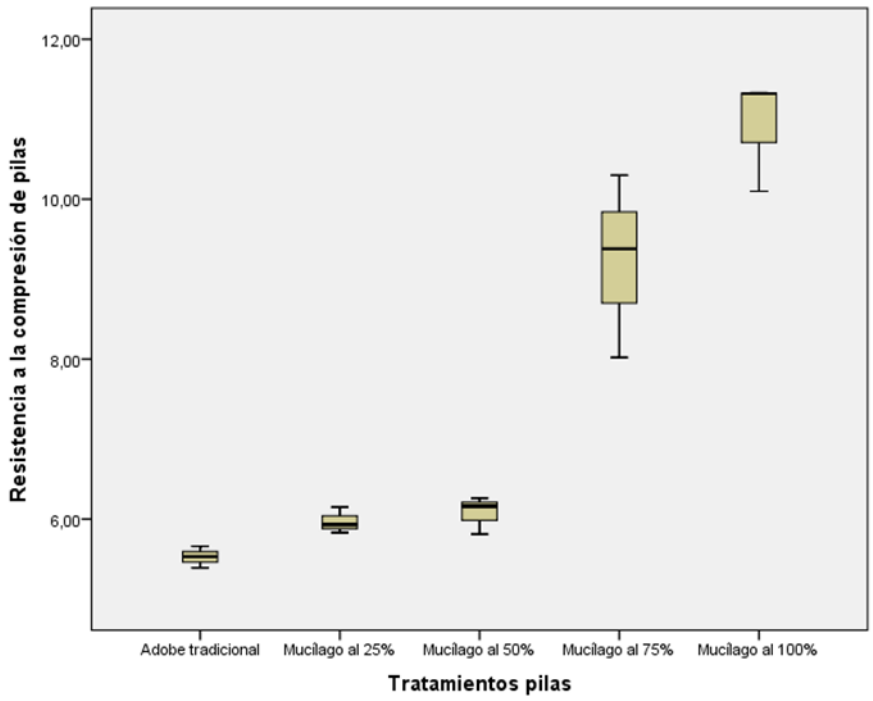
Medidas de tendencia central de resistencia a la compresión de pilas.

	n	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
Adobe tradicional	3	5.527	0.135	0.078	5.39	5.66
Mucílago 25%	3	5.970	0.164	0.095	5.83	6.15
Mucílago 50%	3	6.077	0.236	0.136	5.81	6.26
Mucílago 75%	3	9.233	1.147	0.662	8.02	10.3
Mucílago 100%	3	10.917	0.707	0.408	10.1	11.33
Total	15	75.447	2.278	0.588	5.39	11.33

Nota: Elaboración propia

Figura 29

Grafico descriptivo de la media de la resistencia a la compresión de pilas.



Nota: Elaboración propia

Tabla 34

Análisis de varianza de resistencia a la compresión de unidades.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	68.787	4	17.197	44.857	0.032
Dentro de grupos	3.834	10	0.383		
Total	72.620	14			

Nota: Elaboración propia

Dado que p = 0.032 < 0,05, concluimos que existe una diferencia significativa en la Resistencia a la compresión de pilas promedio según incorporación de mucilago en diferentes porcentajes.

Decisión

Teniendo los resultados estadísticos de las pruebas realizadas y dado que p < 0,05. Se rechaza la Ho y se acepta la Ha, existe diferencias significativas en la incorporación de mucilago de tuna en las propiedades mecánicas de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023.

5.2.3 Hipótesis Especifica "c"

Planteamiento de la hipótesis

H_0 ($\mu_1 = \mu_2, \mu_3, \mu_4,$) En las propiedades físico mecánicos, **no se reconoce** el porcentaje óptimo de la integración del mucilago de tuna de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023.

H_a ($\mu_1 \neq \mu_2, \mu_3, \mu_4,$) En las propiedades físico mecánicos, **se reconoce** el porcentaje óptimo de la integración del mucilago de tuna de un adobe elaborado en forma tradicional en Huancarama, 2023

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del proceso estadístico se reconoce que el adobe mejorado con mucilago de tuna al 100% presentan una mejora significativa tanto en sus propiedades físicas y mecánicas como se muestra en las tablas 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34.

VI. Conclusiones

Conclusión objetivo general

De los resultados obtenidos en laboratorio se llegó a determinar la influencia positiva del mucilago de tuna en el comportamiento físico y mecánico en el adobe, donde la incorporación de mucilago de tuna al 100% disminuyo de manera positiva en la absorción y succión del agua, también incremento la resistencia en la compresión de unidades y pilas de adobe.

Conclusión objetivo específico "a"

En esta tesis se pudo contrastar la influencia positiva de la incorporación de mucilago de tuna en las propiedades físicas del adobe, ya que conforme a los resultados obtenidos se evidencia que el adobe tradicional presenta mayor variación dimensional largo 5.16%, ancho -0.44%, alto 5.69%, los adobes mejorados con mucilago de tuna al 50% presenta una menor variación dimensional de 3.81% largo, 3.78% ancho y 4.86% alto como se evidencia en la Tabla 13. En el ensayo de alabeo demuestran que el adobe tradicional presenta mayor concavidad 5.08 mm y una convexidad 5.53mm, los adobes mejorados con mucilago de tuna al 100% presentan menor concavidad de 2.63 mm y no presentaron convexidad, así como se demuestra en la Tabla 14. En el ensayo de succión el adobe tradicional presenta una succión mayor de 97.66 gr/200cm^2 –min, el adobe con mucilago al 100% presenta una succión más baja de 42.72 gr/200cm^2 –min así como se ve en la Tabla 15, en el ensayo de absorción el adobe tradicional presenta un porcentaje mayor de absorción de 42.72%, los adobes mejorados con mucilago al 100% presento menor porcentaje de absorción de 34.04% demostrado en la Tabla 16. Demostrando así que el mucilago de tuna ayuda a minimizar la capacidad de absorción y succión la cual su resistencia aumenta favorablemente.

Conclusión objetivo específico “b”

De acuerdo a las pruebas realizadas para probar el objetivo específico “b” se pudo ver que el adobe con mucilago mejora positivamente la propiedad mecánica del adobe. Los adobes tradicionales alcanzaron una resistencia de 12.40 Kg/cm^2 al realizar la prueba al día 30, el adobe con adición de mucilago en porcentaje de 100% alcanzaron una resistencia de 24.90 Kg/cm^2. La prueba realizada a la compresión de pilas el adobe tradicional presento una resistencia de 5.39 Kg/cm^2, los adobes que fueron mejorados con mucilago al 100% presentaron una mejor resistencia de 10.21 Kg/cm^2 concluyendo así que los adobes que fueron mejorados con mucilago de tuna presentan una mayor resistencia.

Conclusión objetivo específico “c”

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio se puede decir que los adobes con mayor porcentaje de mucilago de tuna presentan mejores resultados, se determina que los adobes con mucilago al 100% son los que presentaron menor porcentaje de succión y absorción, también tenemos que tienen mayor resistencia a la compresión de unidades y pilas.

VII. Recomendaciones

Recomendación de la conclusión general.

Como primera recomendación podemos decir que el mucilago de tuna se puede utilizar como un estabilizante natural para el adobe, este material es viable económicamente, ya que es de bajo costo y también tiene un alcance fácil, y con las pruebas realizadas tiene un aporte significativo en la propiedad física y mecánica en el adobe tradicional.

Recomendación de la conclusión específica “a”

Como segunda recomendación se puede decir que se tiene que tener un buen control de calidad al suelo que será muy importante en la fabricación de los adobes, estas deben estar sometidas a ensayos realizadas en campo para seleccionar el suelo, y donde según normativa no deben ser mayor 5 mm.

Recomendación de la conclusión específica “b”

Como recomendación tres hay que tener cuidado al momento de realizar el moldeado de cada adobe, el barro que se utiliza tiene que estar bien compactada ya que evitaremos que queden atrapados aires en el adobe, y al momento de realizar el adobe el lugar donde se desmolde tiene ser plano para que los adobes no se fisuren, la gabera donde se realiza los adobes tiene que ser humedecida con anterioridad ya que esto ayudara al momento de desmoldar.

Recomendación de la conclusión específica “c”

Como siguiente recomendación el suelo utilizado tiene que ser de buena calidad , para la elaboración del mucilago de tuna las pencas no tienen que ser maduras ya que no tienen mucha viscosidad y esto dificultara para el proceso de extracción, , en el tratamiento y extracción del mucílago de tuna, se debe tener en cuenta los días que llevaran macerados y el lugar donde se realizara ya que tiene que ser un lugar cálido y no muy frio ya que de esto dependerá la cantidad de mucilago y presentara mayor viscosidad.

VIII. Referencias

ADOBE, M. D. (2010). MANUAL DEL ADOBE. Mexico.

Argüello, T. Y Cuchí, A. B. (2008) *Análisis Del Impacto Ambiental Asociado A Los Materiales De Construcción Empleados En Las Viviendas De Bajo Coste Del Programa 10 X10 Con Techo-Chiapas Del Cyted.*

Abanto Flores, P., & Akarley Poma, L. (2014)*. Características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas fabricadas con suelo-cemento en la ciudad de trujillo. trujillo: universidad privada antenor orrego.*

Abraján Villaseñor, M. A. (2008). *Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (opuntia ficus-indica) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible. valencia - españa: universidad politécnica de valencia*

Aranda Jiménez, Y. G., & Suárez Domínguez, E. J. (2013). *Efecto de la impermeabilidad del Mucílago de Nopal en bloques de tierra comprimidos. Nova Scientia, 6*

Bañon Blazques, l. (2011). *Clasificacion de suelos.*

Bañón Blázquez, l., & Beviá García, j. f. (2000). *Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento.*

Barrios, G. (1986). *"Comportamiento de los suelos para la Confección de adobes" (Informes de la Construcción ed., Vols. Vol. 37, Nº 377). España. Obtenido de http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es*

BERNAL, C. (2006). *Metodologia de la investigación. Mexico: D. F. Pearson*

Baca, G. L. (2007) *Arquitectura En Tierra. Hacia La Recuperación De Una Cultura Constructiva*

Bravo A, C., & Romsay, J. (1999). Evaluación del Comportamiento Físico Mecánico del Adobe Estabilizado con Cal y Goma de Tuna.

Borges Ramos , J. (Abril de 2010). *Construccion con tierra : ensayos de campo. xiii curso de especialización - cooperación para el desarrollo. mérida , universidad de los andes, venezuela: ix taller: la tierra como material de construcción.*

Bowles, J. (s.f.). *Manual de Laboratorio de Suelos de Ingenieria Civil. Mexico: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria.*

Braja, M. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica. Mexico.*

Cáceres Luján, F. I. (2010). *Mejora del Adobe a Partir de su Estabilización con Material Confitillo. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.*

Cardenas Paredes, L. A. (2008). *Analisis de Vulnerabilidad Estructural del Hotel Comercio. Lima, Lima, Perü: UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERÍA.*

Cárdenas, L., & Madero, G. A. (2006). *Manual de técnicas de Análisis de Suelos Aplicadas a la remediación de Sitios contaminados. MEXICO: (Instituto Mexicano Del Petróleo Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología.*

De la Peña Estrada, d. (1997). *Adobe, caracteristicas y sus principales usos en la construccion. mexico: instituto tecnologico de la construccion. de la peña estrada, d. (2007). adobe, características y sus principales usos en la construcción. mexico: instituto tecnologico de la construccion.*

Dr. Mena Covarrubias, J., & Dr. Zegbe Domínguez, J. (2011). *Extracción y purificación de mucílago de NOPAL. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.*

Enciso Peralta, i. (2015). E*nsayos a la unidad de albañileria. ferrex. (2010). materiales para la construcción.*

Filiberto Ramírez, G. (2009). E*l adobe. lima peru.*

Gerencia Regional Agraria la Libertad. (2009). Cultivo de Tuna. Trujillo: GERENCIA REGIONAL AGRARIA LA LIBERTAD.

Gonzales san Panlo, j. l., Andrade rios, i. g., & Magallon Arizaba, m. d. (2012). *Arcilla. universidad michoacan de san nicolas de hidalgo.*

Hernández Sampieri, R. (2010). *Metodología de la Investigación 5ta Edición . Mexico.*

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación. Mexico: Mc Graw Hill Education.*

IBAÑES, J. J. (2008). EL PERFIL DEL SUELO. MADRID.

Lambe, W., & Whitman, R. (1969). Mecánica de Suelos. Estados Unidos: Massachusetts.

Manual de Construcción Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). Manual de Construcción Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima.

MELLACE, R., & SORIA, N. (2002). “Incidencia del Agua de amasado en la durabilidad del adobe radicional”. La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat. 1er Seminario. Obtenido de http://www.habitat.arq.una.py/ambitos/tyh/cct/crh_cct_0013.pdf

MINKE, G. (2008). “Manual de Construcción en Tierra. La tierra como material de Construcción y sus aplicaciones en la arquitectura actual”. ISBN 997 449 3471. Uruguay: Fin de Siglo.

Mosquera Gonzalez, H. Y. (2016). Mejoramiento de revoque a base de arcilla aplicable en muros de adobe y manposteria de ladrillo. Loja, Ecuador: Universidad Tecnica Particular de Loja.

Norma E.080 "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada". (2017). Ministerio de Vivienda, Construcciones y Saneamiento. Perú.

Norma Española, U. (2008). Bloque de Tierra Comprimida Para Muros y Tabiques. España: Universidad Politecnica de Madrid.

Norma Técnica E 0.80. (10 de Junio de 2006). Instituto de Control y Gerencia. El Peruano.

NORMA TECNICA E. 070. (2006). Instituto de Control y Gerencia. 14.

Ochoa Velasco, C., & Guerrero Beltran, J. (2010). La Tuna: Una Perspectiva de su Produccion, Propiedades y Métodos de Conservación. Temas Selectos de Ingenieria de Alimentos, 49 - 63.

Ramirez, A. (2005). Metodologia de la investigacion cientifica. 55-56.

Saenz, C. (2006). Producción industrial de productos no alimentarios. Chile: Universidad de Chile - Facultad de Ciencias Agronimicas.

Sánchez Puerta, K. Y. (2010). Propuesta de aditivos naturales y microfibras de. lima- peru: pontificia universidad católica del perú - facultad de ciencias e ingeniería.

SARA CHUTAS, R. M., & CHAMPI CHAVEZ, L. A. (2016). "Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y físicas. cusco: universidad andina del cusco.

SAROSA HORTA, B. (2008). “Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos" (Vols. Vol. 60, 511,41-47, ISSN: 0020-). Villa Clara, Cuba: Informes de la Construcción.

SAUCEDO, U. L. (2003). “Tipos de suelos por su porcentaje en peso de las distintas fracciones”. Alemania. Obtenido de http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/Materiales%20y%20Acti v idades%20Riesgosas/sitioscontaminad

STOKES. (2007). Medida de la viscosidad por el método de stokes. fisica i. universidad nacional de salta facultad de ciencias exactas.

Tejada Achmidt, U. (2001). Buena Tierra - Apuntes Para El Diseño Y Construcción Con Adobe. Lima, Perú. CIPAD.

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes.