

# INFORME DE TESIS - VILLAVERDE GUTIERREZ

*por* MISAEL EDGAR VILLAVERDE GUTIERREZ

---

**Fecha de entrega:** 09-abr-2024 09:57a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2294713352

**Nombre del archivo:** INFORME\_DE\_TESIS\_-\_VILLAVERDE\_GUTIERREZ.docx (13.64M)

**Total de palabras:** 23838

**Total de caracteres:** 125824

<sup>2</sup>  
**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO**  
**BENEDICTO XVI**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS**  
**PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE**  
**CORIHUILLCA CHICO, <sup>2</sup>AYACUCHO, 2023**  
**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**  
**DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

Br. Misael Edgar Villaverde Gutiérrez

<sup>2</sup>

**ASESOR**

Mg. Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal

<https://orcid.org/0000-0001-7674-7125>

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

Vivienda Saneamiento y Transporte

**TRUJILLO – PERÚ**

2024

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor:

Mg. Breitner Guillermo Diaz Rodríguez


DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI.

Presente.

Yo Mg. Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal con DNI N° 71475477 como asesor del trabajo de investigación **“INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILLCA CHICO, AYACUCHO, 2023”**. Desarrollado por el bachiller Misael Edgar Villaverde Gutierrez con DNI N° 46901480, Egresado del Programa Profesional de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo de titulación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Atentamente.

  
Eduardo Manuel Noriega Vidal  
DNI: 71475477

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.**

Fundador y Gran Canciller de la UCT Benedicto XVI

**2**

**Dra. Mariana Geraldine Silva Balarezo**

Rectora (e) de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

Vicerrectora Académica

**Dra. Ena Cecilia Obando Peralta**

Vicerrector de Investigación

**Mg. Breitner Guillermo Díaz Rodríguez**

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

**6**

**Dra. Teresa Reátegui Marín**

Secretario General



## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a mis padres, cuyo incondicional apoyo y amor han sido mi ancla y guía a lo largo de mi viaje académico. Su sacrificio y aliento constante han sido la chispa que ha impulsado mi dedicación y esfuerzo en esta investigación. Este logro es tanto suyo como mío, y esta dedicación refleja la profunda gratitud que siento hacia ellos por ser mi fuente de inspiración y por creer en mí en cada paso del camino.*

*Misael Edgar Villaverde Gutiérrez*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente a todas las personas que contribuyeron de manera significativa al desarrollo y conclusión de esta investigación.

En primer lugar, quiero expresar mi profunda gratitud a mi asesor al Mg. Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal, por su orientación experta, paciencia y valiosas sugerencias que fueron fundamentales para dar forma a esta tesis. Su dedicación y conocimientos enriquecieron cada etapa del proceso de investigación.

Agradezco a mis compañeros de clase y amigos que brindaron su respaldo emocional y compartieron ideas valiosas a lo largo de este viaje académico.

Finalmente, mi agradecimiento especial se dirige a mi familia, quienes han sido mi mayor fuente de motivación y aliento. Su constante apoyo moral y emocional ha sido fundamental para superar obstáculos y perseverar en la culminación de este proyecto.

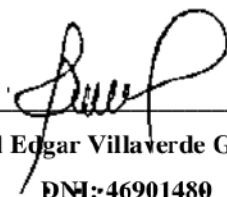
A todos ellos, <sup>1</sup> gracias por ser parte fundamental de este logro.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Misael Edgar Villaverde Gutiérrez con DNI 46901480, egresado del Programa de Estudios de **Ingeniería civil** de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, damos fe que se ha seguido rigurosamente los procesos académicos y administrativos dados por la Facultad de **Ingeniería y Arquitectura**, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILLCA CHICO, AYACUCHO, 2023**, el cual consta de un total de 106 páginas, en las que se incluye 38 tablas y 13 figuras, más un total de 10 páginas en anexos.

Dejamos constancia de la originalidad y autenticidad de nuestra investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad.

*El autor*



Misael Edgar Villaverde Gutiérrez

DNI: 46901480

## ÍNDICE

<sup>2</sup> AUTORIDADES UNIVERSITARIAS .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	vi
ÍNDICE .....	vii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	14
II. METODOLOGÍA .....	40
2.1. Enfoque y tipo .....	40
<sup>2</sup> 2.2. Diseño de investigación .....	40
2.3. Nivel de investigación .....	41
2.4. Población, muestra y muestreo .....	41
2.5. Técnicas e instrumentos de recojo de datos .....	41
2.6. Técnica de procesamiento y análisis de la información .....	42
2.7. Aspectos éticos.....	43
III. RESULTADOS .....	45
3.1. Durabilidad de adobe frente al chorro de agua .....	51
3.2. Capacidad de absorción del adobe .....	54
<sup>3</sup> 3.3. Resistencia a la compresión del adobe .....	58
3.4. Resistencia a la flexión del adobe .....	63
<sup>5</sup> 3.5. Análisis inferencial .....	66
<sup>22</sup> 3.5.1. Hipótesis específica 1 .....	67
3.5.2. Hipótesis específica 2 .....	70
3.5.3. Hipótesis específica 3 .....	73

3.5.4. Hipótesis específica 4 .....	76
<b>2</b> IV. DISCUSIÓN .....	79
V. CONCLUSIONES .....	81
VI. RECOMENDACIONES .....	82
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	84
ANEXOS .....	88

**5**  
**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Dimensiones del adobe completo y medio adobe que se requiere para la elaboración de muros .....	26
Figura 2. Funciones del adobe como material de construcción .....	27
Figura 3. Moldeado del Adobe.....	32
Figura 4. Secado del adobe .....	33
Figura 5. Planta tuna con sus respectivas pencas.....	37
Figura 6. Fibra de penca de tuna .....	38
Figura 7. Ubicación de las cuatro calicatas en la comunidad de Corihuillca Chico ....	45
<b>1</b> Figura 8. Curva granulométrica.....	48
Figura 9. Sistema unificado de clasificación de suelos .....	50
Figura 10. Durabilidad al chorro de agua del adobe con adición de fibra de penca de tuna .....	54
Figura 11. Capacidad de absorcion promedio del adobe .....	58
Figura <b>1</b> 12. Resistencia a la compresión del adobe con adición de fibra de penca de tuna .....	62
Figura <b>14</b> 13. Resumen de la resistencia a flexión del adobe con adición de fibra de penca de tuna .....	65

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Dimensiones del adobe según ICG .....	26
Tabla 2 Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM .....	45
Tabla 3 Ensayos preliminares de campo .....	46
Tabla 4 Resultados del Análisis granulométrico .....	47
Tabla 5 Límites de consistencia .....	49
Tabla 6 Resultado de clasificación de suelo .....	50
Tabla 7 La duración del adobe frente al chorro de agua .....	51
Tabla 8 La duración del adobe frente al chorro de agua con 3% de fibra .....	51
Tabla 9 La duración del adobe frente al chorro de agua con 6% de fibra .....	52
Tabla 10 La duración del adobe frente al chorro de agua con 9% de fibra .....	53
Tabla 11 Resumen de la durabilidad del adobe al chorro de agua .....	53
Tabla 12 Adobe tradicional sin adición de penca de tuna .....	54
Tabla 13 Adición de penca de tuna al 3% al adobe tradicional .....	55
Tabla 14 Adición de penca de tuna al 6% al adobe tradicional .....	55
Tabla 15 Adición de penca de tuna del 9% al adobe tradicional .....	56
Tabla 16 Resumen de la prueba de absorción de agua .....	57
Tabla 17 Prueba de resistencia a la compresión del adobe de la muestra tradicional .....	58
Tabla 18 Inclusión de un 3% de fibra de penca en la prueba de resistencia a la compresión. .....	59
Tabla 19 Inclusión de un 6% de fibra de penca en la prueba de resistencia a la compresión. .....	60
Tabla 20 Inclusión de un 9% de fibra de penca en la prueba de resistencia a la compresión. .....	61
Tabla 21 Resumen de resistencia a la compresión del adobe con adición de fibra de penca de tuna .....	62
Tabla 22 Adobe tradicional en la prueba de resistencia a la flexión .....	63

Tabla 23	Inclusión de un 3% de fibra de penca en la prueba de resistencia a flexión.....	63
Tabla 24	Inclusión de un 6% de fibra de penca en la prueba de resistencia a flexión. ....	64
Tabla 25	Inclusión de un 9% de fibra de penca en la prueba de resistencia a flexión. ....	64
Tabla 26	Resumen de resistencia a la flexión del adobe con incorporación de fibra de penca de tuna .....	65
Tabla 27	Normalidad de la durabilidad del adobe al chorro de agua .....	67
Tabla 28	Homogeneidad de las varianzas de la durabilidad del adobe al chorro de agua .....	68
Tabla 29	Influencia de la fibra de penca de tuna en la durabilidad de adobe al chorro de agua .....	69
Tabla 30	Normalidad de la capacidad de absorción del agua en el adobe .....	70
Tabla 31	Homogeneidad de las varianzas de la capacidad de absorción del agua. ....	71
Tabla 32	Influencia de la fibra de penca de tuna en la capacidad de absorción del agua .....	72
Tabla 33	Normalidad de la resistencia a la compresión en el adobe .....	73
Tabla 34	Homogeneidad de las varianzas de la resistencia a la compresión .....	74
Tabla 35	Influencia de la fibra de penca de tuna en la resistencia a la compresión .....	75
Tabla 36	Normalidad de la resistencia a la flexión en el adobe .....	76
Tabla 37	Homogeneidad de las varianzas de la resistencia a la flexión .....	77
Tabla 38	Influencia de la fibra de penca de tuna en la resistencia a la flexión.....	78



## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la fibra de penca de tuna en las propiedades del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho. Se empleó un enfoque científico cuantitativo con un diseño experimental puro y un nivel explicativo. El muestreo se realizó de manera no probabilística mediante observación directa y una ficha de recolección de datos. Los resultados obtenidos con adiciones de fibra de penca de tuna del 3%, 6% y 9% revelaron mejoras significativas en la durabilidad frente al chorro de agua, con valores de 63.5 mm, 56.7 mm y 42 mm, respectivamente. En cuanto a las capacidades promedio de absorción de agua para los mismos porcentajes de adición de fibra, se obtuvieron 25.419%, 17.308% y 14.138%, en comparación con la muestra patrón (MP), que registró un 83.869%. En términos de resistencia a la compresión, se observaron aumentos notables con adiciones del 3% (13.13 kgf/cm<sup>2</sup>), 6% (15.75 kgf/cm<sup>2</sup>) y 9% (19.60 kgf/cm<sup>2</sup>), en comparación con la MP que presentó 9.89 kgf/cm<sup>2</sup>. Asimismo, la resistencia a la flexión mostró mejoras con valores de 1.202 kgf/cm<sup>2</sup>, 1.353 kgf/cm<sup>2</sup> y 1.650 kgf/cm<sup>2</sup> para los mismos porcentajes de adición de fibra, mientras que la MP registró 0.785 kgf/cm<sup>2</sup>. En resumen, se concluye que la incorporación de fibra de penca de tuna ejerce una influencia significativa, mejorando tanto las propiedades físicas como mecánicas del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho.

*Palabras claves: Fibra de penca de tuna, durabilidad, absorción, compresión, flexión.*

## ABSTRACT

The objective of the research was to determine the influence of prickly pear stem fiber on the properties of adobe in the community of Corihuillca Chico, Ayacucho. A quantitative scientific approach was employed with a pure experimental design and an explanatory level. Non-probabilistic sampling was conducted through direct observation and a data collection form. Results obtained with additions of tuna leaf fiber at 3%, 6%, and 9% revealed significant improvements in water spray durability, with values of 63.5 mm, 56.7 mm, and 42 mm, respectively. Regarding average water absorption capacities for the same fiber addition percentages, values of 25.419%, 17.308%, and 14.138% were obtained, compared to the standard sample (SS) registering 83.869%. In terms of compression resistance, notable increases were observed with additions of 3% (13.13 kgf/cm<sup>2</sup>), 6% (15.75 kgf/cm<sup>2</sup>), and 9% (19.60 kgf/cm<sup>2</sup>), compared to the SS which presented 9.89 kgf/cm<sup>2</sup>. Similarly, flexural strength showed improvements with values of 1.202 kgf/cm<sup>2</sup>, 1.353 kgf/cm<sup>2</sup>, and 1.650 kgf/cm<sup>2</sup> for the same fiber addition percentages, while the SS recorded 0.785 kgf/cm<sup>2</sup>. In conclusion, it is determined that the incorporation of tuna leaf fiber has a significant influence, enhancing both the physical and mechanical properties of adobe in the community of Corihuillca Chico, Ayacucho.

*Keywords:* Tuna leaf fiber, durability, absorption, compression, flexion.

## I. INTRODUCCIÓN

Una de las prácticas ancestrales que ha perdurado en diversas regiones del mundo ha sido la utilización del adobe como un material de construcción, especialmente en áreas con climas secos o templados (Díaz, et al., 2019). El adobe es conocido por su simplicidad, accesibilidad y sostenibilidad, y su uso ha dejado una huella en la historia arquitectónica de varios países (Rivera et al., 2021). En regiones como América Latina, África, Asia y Oriente Medio, el adobe ha sido utilizado para erigir viviendas, edificaciones comunitarias y estructuras históricas (Mauricio et al., 2021). Su composición, generalmente formada por tierra, arcilla, arena y materiales orgánicos, refleja la adaptabilidad a los recursos locales y a menudo se combina con técnicas tradicionales de construcción.

A nivel mundial, las imponentes construcciones realizadas con adobe han experimentado un deterioro progresivo a lo largo de los años. El adobe ha desempeñado un papel crucial en la edificación de estructuras defensivas y públicas desde la era Neolítica. Esta región específica ha sido testigo de la presencia de majestuosas estructuras piramidales conocidas como zigurats, que, a medida que el tiempo avanza, han adoptado la forma de tells debido a los procesos erosivos y destructivos (Sánchez, 2012; Moscoso, 2010).

En el contexto peruano, el adobe ha sido una técnica de construcción arraigada en la tradición y la historia del país. A lo largo de los siglos, las construcciones de adobe han sido emblemáticas en las zonas rurales y han contribuido significativamente a la identidad arquitectónica de diversas regiones (Castro, 2020). De acuerdo con la información que proporciona el INEI, se estima que existen más de 1 millón 700 mil viviendas en las cuales las paredes están construidas con adobe. Notablemente, algunas de estas residencias han superado los 300 años de antigüedad, destacando la durabilidad y arraigo histórico de este método constructivo en el país (Greco & Lourenco, 2021).

En Ayacucho, la construcción de adobe ha desempeñado un papel central en la arquitectura local, siendo una técnica tradicional arraigada en la identidad cultural y en la historia de la región. Aquí, más del 70% de las viviendas están construidas con adobe, reflejando la preferencia por este método constructivo en comunidades urbanas y rurales. Esta elección por el adobe como material de construcción no solo se

fundamenta en la tradición, sino también en su disponibilidad local y en sus propiedades de aislamiento térmico que se adaptan a las condiciones climáticas de la zona. La prevalencia del adobe en Ayacucho muestra su importancia como un elemento crucial en la configuración del paisaje arquitectónico y en la preservación de las prácticas

Sin embargo, este componente, esencialmente compuesto de arcilla, presenta vulnerabilidades frente a las precipitaciones pluviales y eventos sísmicos, desafíos que motivan nuestra investigación. La principal problemática se centra en la limitada durabilidad ante precipitaciones, la escasa resistencia sísmica y la presencia de agrietamientos y fisuras (Ottazi et al., 1989). Al entrar en contacto con la lluvia, las construcciones de adobe experimentan una disminución en resistencia y rigidez, lo cual viene afectando especialmente a las zonas rurales de escasos recursos. Este problema es recurrente en la sierra peruana debido a las precipitaciones anuales, comprometiendo la integridad estructural de las edificaciones y generando riesgos para la población (Brito del pino et al., 2021). La investigación busca abordar estos desafíos, proponiendo soluciones innovadoras que mejoren la durabilidad y la resistencia sísmica del adobe, contribuyendo así a la seguridad y sostenibilidad de las viviendas en esta región.

Para abordar estas problemáticas, se planteó como interrogante principal ¿Cómo influye la fibra de penca de tuna en las propiedades del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023? Y como interrogantes específicos 1) ¿Cómo influye la fibra de penca de tuna en la durabilidad del adobe al chorro de agua en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023?; 2) ¿Cómo influye la fibra de penca de tuna en la capacidad de absorción de agua del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023?; 3) ¿Cómo influye la fibra de penca de tuna en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023? 4) ¿Cómo influye la fibra de penca de tuna en el mejoramiento de la resistencia a la flexión del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023?"

Asimismo, se presenta la justificación social, ya que las viviendas en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho, enfrentan problemas recurrentes como lluvias intensas y deslizamientos. Este estudio se propuso abordar las necesidades

actuales y futuras <sup>1</sup> de las construcciones de adobe mediante la adición de la fibra de penca de tuna en este material. Este componente busca mejorar la estabilidad y la impermeabilidad de las viviendas, al tiempo que aborda los desafíos climáticos estacionales y los fenómenos naturales inevitables. Al implementar soluciones que fortalezcan la resistencia y durabilidad del adobe, se pretende ofrecer a la comunidad una alternativa más segura y sostenible, mitigando los impactos negativos de las condiciones climáticas adversas. Esto no solo contribuiría a la preservación del patrimonio arquitectónico local, sino que también promoverá la seguridad y el bienestar de los habitantes de Corihuilla Chico, mejorando significativamente la calidad de vida en la región.

Basado en manuales de investigación sobre construcciones de adobe reforzado y la implementación de las leyes vigentes del Reglamento Nacional de Construcción E.080, este estudio se justifica técnicamente, según esta perspectiva. La razón detrás de esta elección se basa en la observación de que las viviendas en proceso de construcción en Corihuilla Chico no cumplen con los requisitos mínimos establecidos por esta normativa nacional. Esta falta de cumplimiento las vuelve susceptibles a eventos sísmicos y otros desastres naturales, representando un riesgo significativo para la seguridad de los residentes y la integridad de las estructuras. Al referirse a las regulaciones existentes y a los avances en investigaciones sobre construcciones con adobe reforzado, este estudio busca proponer mejoras y soluciones que se alineen con los estándares de seguridad establecidos. De este modo, se pretende elevar el nivel de resistencia y cumplimiento normativo de las viviendas en construcción, contribuyendo así a la mitigación de riesgos ante eventos sísmicos y otros fenómenos naturales en la región de Corihuilla Chico.

En términos de justificación ambiental, se reconoce el impacto global del calentamiento climático como un factor crucial. En este contexto, se busca ofrecer una solución a la contaminación generada por los desechos de bloques de cemento y construcción de ladrillos. Además, se pretende colaborar en la disminución <sup>35</sup> de las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero las cuales están vinculadas al cemento, que tiene un significativo impacto ambiental en el país, afectando la calidad de vida en el Perú. Este enfoque ambientalmente consciente busca abordar los problemas derivados de las prácticas constructivas tradicionales, que a menudo

generan desechos y contribuyen al cambio climático. Al proponer alternativas sostenibles, como el uso de la fibra de penca de tuna en el adobe, se busca no solo mejorar la seguridad estructural de las viviendas, sino también mitigar el impacto ambiental negativo asociado con la construcción convencional. Este enfoque holístico refleja un compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en el contexto de la investigación y desarrollo de soluciones constructivas.

El objetivo general de esta investigación fue: “Determinar la influencia de la fibra de penca de tuna en las propiedades del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023; y como específicos se plantearon 1) Determinar la influencia de la fibra de penca de tuna en la durabilidad del adobe al chorro de agua en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023; 2) Determinar la influencia de la fibra de penca de tuna en la capacidad de absorción de agua en el adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023; 3) Determinar la influencia de la fibra de penca de tuna en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023; 4) Determinar la influencia de la fibra de penca de tuna en el mejoramiento de la resistencia a la flexión del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023”.

Así mismo en esta investigación se planteó como hipótesis general: “La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en el mejoramiento de las propiedades del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023; y como específicos 1) La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en la durabilidad del adobe al chorro de agua en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023; 2) La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en la capacidad de absorción del agua en el adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023; 3) La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023; 4) La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en la resistencia a la flexión del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023”.

Existen investigaciones previas a nivel internacional, se tiene a Silva et al. (2020) tuvo como objetivo de investigación, identificar componentes orgánicos presentes en muestras de mortero extraídas del convento de San Diego en Quito,



Ecuador. Las muestras abarcan distintos períodos de construcción, desde 1597 hasta 1700, e incluyen adobe, mortero para pisos y yeso. Durante el análisis actual, se descubrió la presencia de mucílago de cactus en las muestras de mortero. Con el propósito de obtener patrones de mucílago, se recolectaron dos tipos de muestras: una de baba de cactus, que se presenta delgada y pegajosa a temperatura ambiente, y otra que se espesa y vuelve pegajosa al ser cocida a 90-100 grados Celsius. Además, se incorporó la cal para contrastar las propiedades de la cal viva con las de la cal apagada, que proporciona mayor flexibilidad a la sustancia. Estos patrones se utilizaron para comparar con los encontrados en los morteros antiguos. Los resultados revelaron que los espectros obtenidos durante la cocción y los patrones hallados en los antiguos morteros coincidían, indicando así el uso del mucílago de nopal en la construcción durante la época colonial.

Por otro lado, Sarmiento (2023) ha llevado a cabo numerosos estudios sobre estabilizadores de adobe, abarcando desde las construcciones tradicionales de adobe utilizadas por la población local durante un período prolongado hasta la observación de su declive en los últimos años, destacando la importancia de reintegrar estos métodos constructivos en la actualidad. Con el objetivo de optimizar el sistema constructivo de adobe, este estudio consideró diversas composiciones de suelo, aditivos vegetales, técnicas de compactación y resistencia a la compresión para determinar qué estabilizadores, materiales y pruebas resultarían más adecuados. La búsqueda exhaustiva de información se llevó a cabo en libros, publicaciones académicas, revistas indexadas y otras fuentes, incluyendo análisis de datos sobre la capacidad estabilizadora del adobe. Se exploraron diversas bases de datos en línea como Google Scholar, Science Direct e IEEE, lo que condujo a la selección de treinta fuentes que cumplían con los requisitos para el estudio y la evaluación, en contraste con investigaciones y pruebas similares sobre estabilizadores de adobe. Estos estudios han demostrado consistentemente que los adobes estabilizados, especialmente cuando se combinan con cemento Portland tipo I, exhiben valores superiores de resistencia a la compresión en comparación con los adobes convencionales.

A nivel nacional se tiene a Contreras (2023) cuyo propósito principal de investigación fue examinar cómo la incorporación de mucílago de hoja de tuna (MPT) afectó a las unidades estabilizadoras de adobe. Empleó un enfoque científico

cuantitativo en el estudio, utilizando una estrategia de muestreo no probabilístico basada en la observación directa y una hoja de recolección de datos, tanto a nivel experimental como explicativo. La población total fue de 116 unidades de adobe, y la muestra consistió en 84 unidades. Los resultados mostraron una capacidad de absorción promedio (%ABS) de agua en el adobe con MPT del 17,78%, 25% (13,72%), y 27,5% (9,47%), respectivamente. Además, la resistencia a la compresión experimentó un aumento del 22,5% a 16,74 kgf/cm<sup>2</sup>, 25% a 19,82 kgf/cm<sup>2</sup>, 27,5% a 22,12 kgf/cm<sup>2</sup> y un 0,01% a 9,51 kgf/cm<sup>2</sup> para el grupo de control sin MPT. En términos de resistencia a la flexión, las mediciones fueron 1,22 kgf/cm<sup>2</sup> (+22,5%), 1,35 kgf/cm<sup>2</sup> (+25%), 1,54 kgf/cm<sup>2</sup> (+27,5%) y 0,69 kgf/cm<sup>2</sup> para el grupo de control sin MPT (+0,0%). Cuando se compararon el grupo de control sin MPT y el grupo con MPT, los resultados indicaron que el MPT mejoró significativamente el porcentaje de ABS en un 38,52% y la durabilidad del chorro de agua en 2,05 mm. Se observó que el adobe tradicional se vio fuertemente afectado por el impacto del MPT en la resistencia a la compresión y a la flexión, lo que a su vez influyó en su estabilidad.

Montalvo (2023), tuvo como propósito de este estudio, investigar cómo la adición de mucílago del tallo de tuna afecta la mecánica y el comportamiento físico del adobe estabilizado. Además, la investigación fue de naturaleza aplicada, con un nivel experimental de cuasi investigación, ya que se abordaron y describieron las hipótesis. Se seleccionaron seis unidades por cada porcentaje de una población de cincuenta bloques de adobe. Los resultados demostraron que la inclusión de mucílago del tallo de tuna mejoró significativamente la resistencia a la compresión, el porcentaje de absorción y la succión de cubos y pelos. “Después de agregar mucílago del tallo de tuna, la resistencia a la compresión en cubos aumentó a 13.22 Kg/cm<sup>2</sup> -3%, 17.07 Kg/cm<sup>2</sup> -9% y 19.20 Kg/cm<sup>2</sup> -12%. Con la adición de mucílago del tallo de tuna, la resistencia a la compresión en los montones aumentó a 4,67 kg/cm<sup>2</sup> - 3%, 6,54 kg/cm<sup>2</sup> - 9% y 8,45 kg/cm<sup>2</sup> - 12%. Al agregar mucílago de hoja de tuna, los porcentajes de absorción aumentaron a 18,31%, 14,24% y 12,56%, respectivamente”. Finalmente, los hallazgos mostraron que el grupo de control tenía una tasa de succión de 19,97 g/min/200 cm<sup>2</sup>, el 50% de 18,92 g/min/200 cm<sup>2</sup> y el 100% de 12,59 g/min/200 cm<sup>2</sup>.

Por otro lado, Charaja et al. (2022) este estudio se propuso encontrar una alternativa más ecológica: un adobe sostenible elaborado con mucílago de hoja de tuna



(*Opuntia ficus-indica*). Para lograrlo, la planta se biopolimerizó con agua destilada, glicerol y almidón. La mezcla resultante se distribuyó en tres composiciones diferentes: suelo arcilloso, suelo con materia orgánica, arena, arcilla, papel picado e ichu cultivado localmente. Los resultados se compararon con el adobe tradicional utilizado por los habitantes. Según los resultados de resistencia a la compresión, se ensayaron las siguientes mezclas de adobe: L0 (adobe convencional), L1 (40% arena, 10% arcilla, 30% papel, 20% mucílago), L2 (15% arena, 25% arcilla, 30% papel y 30% mucílago), y L3 (20% arena, 10% arcilla, 20% papel y 50% mucílago). Las cargas promedio para cada mezcla fueron de 655 Kg, 681 Kg, 772 Kg y 762 Kg, respectivamente. El adobe L0 experimentó una reducción del 16.5% en la absorción de humedad, mientras que el adobe ecológico L3 tuvo una reducción del 14%. Con un valor de 13,13 Kgf/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la flexión L1 superó los valores encontrados en el adobe L0. La validación estadística para  $\alpha=0.05$  del ANOVA confirmó que el adobe L3, que contiene 50% de tallos de tuna de la flora de Obrajillo, es la opción óptima para la construcción de viviendas unifamiliares.

Así mismo tenemos a Córdova (2020), que tuvo como propósito examinar los impactos derivados del empleo de goma proveniente del tallo de tuna en las propiedades físico-mecánicas del barro en la región de Lunahuaná, Cañete – Lima. Dado que los objetivos vinculados a las variables dependientes se alcanzaron por medio de variaciones a la variable independiente (goma de hoja de tuna), la metodología aplicada en el informe es un diseño experimental de naturaleza aplicada. Las proporciones de goma de hoja de tuna en relación con el contenido total de agua fueron del 6%, 12% y 18%, respectivamente. La investigación evidenció un incremento máximo de 52% seguidamente por un 27% y 26% con respecto a la resistencia a la compresión en comparación con el adobe convencional de 21.76 kg/cm<sup>2</sup>; con respecto a la resistencia a la flexión este experimentó un aumento máximo del 44% seguidos por un 43% y 35% respecto al adobe convencional de 4,8 kg/cm<sup>2</sup>; además, los resultados de absorción mostraron aumentos del 21%, 40% y 59% en comparación con el adobe convencional de 10.08%. Esto es especialmente relevante en áreas más remotas, lo que sugiere la estabilización con goma de tallo de tuna como una opción recomendada.

Finalmente tenemos a Nieto (2019), cuyo estudio se enfocó en mejorar la estabilidad del adobe mediante el uso de mucílago del tallo de tuna, con el propósito de realizar sus propiedades físicas como material de construcción. En las zonas de la Sierra del Perú, el adobe ha ganado popularidad como opción de construcción debido a su accesibilidad y asequibilidad. No obstante, su resistencia y durabilidad se ven comprometidas cuando entra en contacto con el agua. Con el objetivo de prolongar la vida útil de las viviendas construidas con adobe, esta tesis busca desarrollar unidades de albañilería de adobe estabilizadas con mucílago de hoja de tuna. Para respaldar este estudio, los investigadores realizaron una serie de pruebas, incluidas muestras de suelo (tanto en el laboratorio como en el campo), análisis de la densidad y viscosidad del mucílago y comparaciones mecánicas y físicas de unidades de adobe ordinarias y estabilizadas. Según los resultados, las unidades estabilizadas funcionan mejor que las de adobe normal. Con las dos dosis ideales, D: 20,5% y D: 18,0%. Con una profundidad de penetración de 4,89 mm y 5,31 mm respectivamente, en las pruebas de inmersión y chorro de agua, la unidad estabilizada demostró pocos daños.

A nivel local tenemos a Espinoza y Pacori (2023) la mejora de las características físicas es el enfoque central de este estudio. Se investigarán los efectos de la adición de lana de oveja (0%, 0,7%, 1,1%) y mucílago de penca de tuna en diferentes proporciones (0%, 12%, 22%) en las propiedades mecánicas y físicas de 120 unidades de adobe. Los resultados se compararán con los del adobe tradicional para evaluar la magnitud de la mejora. El estudio se llevará a cabo en Ayacucho en el año 2023. En promedio, los adobes convencionales presentaron una resistencia a la compresión de 24,49 kg/cm<sup>2</sup>, con valores promedio de 37,92 kg/cm<sup>2</sup> y 45,21 kg/cm<sup>2</sup> para la primera y segunda dosis, respectivamente. La prueba estándar de resistencia a la flexión arrojó un resultado de 3,50 kg/cm<sup>2</sup>, con promedios de 4,12 kg/cm<sup>2</sup> y 4,78 kg/cm<sup>2</sup> para la primera y segunda dosis, respectivamente. Después de 5 minutos de contacto con el agua, tanto la muestra estándar como la primera dosis mostraron signos de desprendimiento del material; en cambio, tras la segunda dosis, el desprendimiento promedio alcanzó el 3,52% en la prueba de succión. Se observó que el grupo de control presentó claros signos de desconexión. Después de 5 minutos de contacto con el agua, se alcanzó un promedio de 34,84% con la primera dosis y 32,41% con la segunda dosis.

Fernández (2021), cuyo propósito principal fue evaluar el impacto del mucílago de nopal en las características mecánicas y físicas y mecánicas del adobe en Víctor Fajardo, Ayacucho, durante el año 2021. En consecuencia, se adecuó el laboratorio de mecánica de suelos para llevar a cabo ensayos de compresión, flexión y absorción. Los procedimientos subsiguientes y el diseño del estudio fueron de naturaleza experimental, perteneciendo al nivel de investigación aplicada conocido como métodos cuasiexperimentales. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: en primer lugar, la resistencia a la compresión del patrón se incrementó a 13.94 kg/cm<sup>2</sup> con adiciones de 13.29, 13.26 y 13.13 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; en segundo lugar, la resistencia a la flexión mejoró a 1.01 kg/cm<sup>2</sup> con adiciones de 1.20, 1.40 y 1.54 kg/cm<sup>2</sup>; en tercer lugar, superó una prueba en la que el comportamiento de las unidades se vio severamente afectado, mostrando una absorción del 100%. Concluimos que la ceniza de lodo, en proporciones del 5%, 8% y 10%, se presenta como un aditivo apropiado para las unidades de adobe debido a los resultados mejorados y óptimos que produce.

La investigación se basó en el siguiente marco conceptual

#### **Adobe convencional**

La Norma E.080 (2006), define el término “adobe” como un bloque sólido de tierra cruda que puede reforzarse con paja u otra sustancia para hacerlo más resistente a fuerzas externas en. Según la normativa, existen ciertas especificaciones de suelo que se deben cumplir al realizar adobes. Por ejemplo, el suelo debe tener una gradación de arcilla de alrededor del 10 al 20 %, de limo alrededor del 15 al 25 % y de arena alrededor del 55 al 70 %. No debes utilizar suelos orgánicos ya que agregar más arcilla puede causar fisuras internas cuando el suelo se seca y se encoge. La utilización de suelos orgánicos puede reducir la resistencia a la humedad y la compresión, mientras que aumentar la proporción de arena puede provocar una disminución de la cohesividad. Además, según la normativa, los únicos agujeros permitidos son los que corren perpendiculares a la cara del asiento del adobe (lado mayor), y no pueden exceder el 12% de la superficie total.

A continuación, se presentan diversas definiciones del adobe, todas consideradas válidas, aunque con perspectivas divergentes por parte de los respectivos autores:

Según Gama et al. (2012), el adobe se define como un bloque fabricado con barro, caracterizado por un peso promedio de aproximadamente 14 kilogramos.

Por otro lado, el adobe puede definirse de varias formas según Brown y Clifton (1978). El más popular es: ya sea como un trozo de arcilla al que se le ha dado forma de ladrillo y luego se ha secado al sol, o como un ladrillo hecho de una combinación de arcilla, tierra, agua y un aditivo, y luego se ha secado al sol y aire. Desde el punto de vista de un científico del suelo, las palabras suelo, masa de lodo y suelo arcilloso son vagas e imprecisas, como señala, además.

Este material de construcción que tiene forma de ladrillo, que ha sido elaborado a partir de una mezcla adecuada de arcilla, agua, limo, arena, y fibra orgánica es lo que es el adobe, según Saroza et al. (2008).

### **Componentes del adobe convencional**

Los elementos fundamentales utilizados en la creación del adobe son la arcilla, la tierra, el agua y la paja, tal como se detalla a continuación:

#### **Suelo**

Según Sánchez (2010), el ingrediente principal en la elaboración de ladrillos de adobe y mortero de arcilla es la tierra. La arcilla, el limo y la arena son los componentes principales de este tipo de suelo. La arena, al ser una sustancia inerte, ofrece estructura y resiliencia a la combinación, mientras que la arcilla, cuando está húmeda, actúa como aglutinante incrustándose entre la arena y la grava. Desafortunadamente, no todas las tierras se pueden utilizar para hacer adobe, ya que algunas no tienen los ingredientes adecuados o no cumplen con los estándares de calidad. Podrían ser demasiado inflexibles o demasiado cohesivos, o podrían incluir compuestos químicos nocivos.

Según la norma M.V.C.S. (2000) en E.0.80: Adobe, se especifican posibles porcentajes para cada componente. En este contexto, se establece que alrededor de un 10% y el 20% corresponde a la arcilla, el limo debe estar alrededor del 15% al 25%, y la arena entre el 55% y el 70%.

## Paja

La paja, se emplea como un material para construir estructuras de tierra, según lo explicado por Sánchez (2010). Esta adición eleva la calidad de la mezcla al alterar la textura de los componentes, volviéndolos más rugosos (lo que aumenta la adherencia entre ellos) y proporcionando mayor ligereza.

Las fibras gobiernan el desplazamiento, la expansión y la retracción de las partículas del suelo mientras se adhieren a una estructura similar a una red. Además, sirve como juntas de construcción, aumentando la flexibilidad de las estructuras y protegiéndolas de posibles sobrecargas o movimientos sísmicos que puedan provocar su colapso. La incorporación de fibras mejora la resistencia al corte, disminuye la contracción del adobe, mejora considerablemente la resistencia a las fuerzas de corte y compresión, hace que la falla sea más dúctil y proporciona una mejor resistencia a la flexión. Esto se debe a que las fibras interactúan y son flexibles, creando una malla estructural que mantiene unido el suelo (Avilés & De la Cruz, 2017; Brito del pino et al., 2021).

En suelos arcillosos, según el artículo 12, inciso 4 de la Norma E.080 (2017), Diseño y Construcción con tierra armada, utilizar paja de aproximadamente 50 mm de longitud en una proporción en volumen de 1 parte de paja por cada 5 partes de suelo; además, según el párrafo 3 del artículo 19, la proporción entre paja picada y tierra puede variar de uno a tres a uno. El artículo recomienda utilizar agregado grueso en lugar de paja en caso de que no haya paja disponible. Para determinar la proporción adecuada, se debe utilizar la prueba de control de grietas o la prueba de suelo con arena gruesa.

## Arcilla

La arcilla, según Sánchez (2010), desempeña un papel crucial en el suelo al proporcionarle resistencia en estado seco y provocar su contracción durante el proceso de secado. Su función principal radica en actuar como aglutinante, mientras que las demás partículas cumplen un papel de relleno en el suelo. La norma E.080 (Diseño y construcción con tierra reforzada) establece diversos métodos, como la prueba de "presencia de arcilla" "cinta de barro" y la prueba de "resistencia seca", para evaluar la capacidad de la arcilla en el suelo.



Sin embargo, como Gonzales et al. (1993), la separación micelar y el efecto de los elementos químicos hacen que diferentes arcillas muestren comportamientos diferentes. El criterio principal para su categorización es su resistencia al agua. Las montmorillonitas, nontronitas y saponitas son arcillas expansivas perjudiciales para la construcción porque permiten que el agua penetre entre sus láminas provocando su expansión. El comportamiento estable de las caolinitas en contacto con el agua se debe a su incapacidad para absorber moléculas de agua (proceso conocido como adsorción). Por último, a diferencia de las esmectitas, las illitas crecen un poco cuando se exponen al agua.

Según Sanz et al. (2009), utilizar suelos con excesiva cantidad de arcilla en el contexto de la fabricación de adobe no es una buena idea ya que el procedimiento utiliza mucha agua, lo que podría provocar fracturas cuando el material se contrae después del secado.

### **Agua**

French (2016) afirma que para construir con adobe se necesita agua, también llamada <sup>5</sup> dihidruro de oxígeno, un líquido inodoro, incoloro e insípido. Para este componente se requiere un ambiente limpio y libre de partículas, sustancias en suspensión o soluciones como sulfatos o cloruros. Puesto que es utilizado como lubricante para la mezcla de lodo, es fundamental gestionar rigurosamente la cantidad y calidad de este ingrediente. El resultado mostrará si la cantidad de agua es excesiva o insuficiente. Además, las pruebas <sup>2</sup> de compresión serían más difíciles con una composición demasiado plástica, lo que reduciría la resistencia y durabilidad del material. El agua suele constituir entre el ocho y el dieciséis por ciento de la combinación, como afirman los autores.

### **Dimensiones del adobe convencional**

La producción de adobes puede llevarse a cabo mediante diversos moldes de variadas formas y con materiales distintos, siendo comúnmente contruidos con madera o acero. La elección del tipo de molde suele depender en gran medida del lugar donde se lleve a cabo la fabricación, pudiendo encontrarse moldes cónicos, cilíndricos, trapezoidales, entre otros (Silveira et al., 2012). Se recomienda elegir adobes cuadrados o rectangulares por motivos constructivos y de comportamiento mecánico. Según Yamín et al. (2007), para brindar estabilidad cuando se superponen tanto en

dirección vertical como horizontal, se recomienda que el tamaño del largo no exceda al doble del tamaño del ancho y que la altura en proporción al largo sea de 1 a 4 aproximadamente.

ICG (2010) ofrece sugerencias para las dimensiones del adobe según su aplicación, detalladas en la tabla 1.

**Tabla 1**

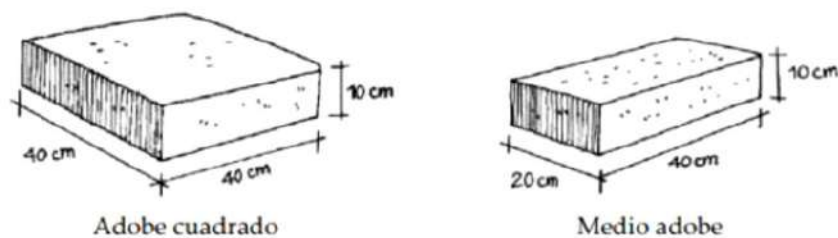
*Dimensiones del adobe según ICG*

Espesor	Denominación	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto (cm)
40	Adobe entero	40	40	10
30	Adobe entero	30	30	10

Para Blondet y Vargas (2015) señalan que, según sus observaciones, la construcción de muros requiere el uso de dos variedades de ladrillos de adobe, uno con forma cuadrada y otro rectangular. Las dimensiones de cada tipo de ladrillo se presentan en la figura 1.

**Figura 1**

*Dimensiones del adobe completo y medio adobe que se requiere para la elaboración de muros*



*Nota:* Recuperado de Blondet y Vargas, 2015.

### Características del adobe

El bajo costo de Adobe es el resultado del hecho de que la materia prima, la tierra, generalmente se obtiene localmente de canteras cercanas al sitio de producción.

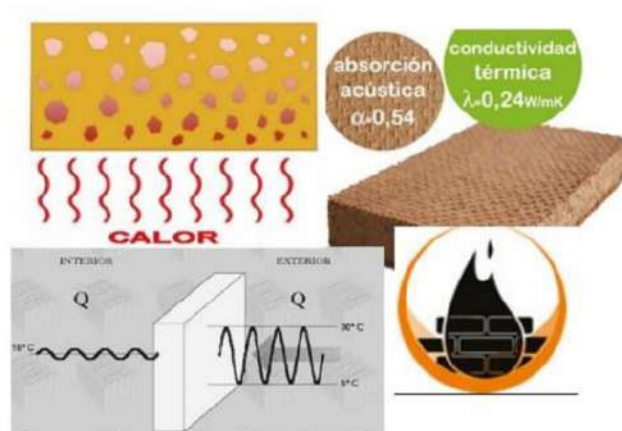
Además, hay situaciones en las que se necesitan recursos no locales, pero son raros y su costo no afecta realmente el costo total de la construcción. La utilización de energía solar y mano de obra humana es todo lo que se necesita para crear adobe y utilizarlo para la construcción. Una de las principales razones de su uso generalizado, particularmente entre personas con pocos recursos económicos en el país, es su bajo costo. Desde una perspectiva ecológica y ambiental, las construcciones de adobe también se benefician del uso de materiales accesibles localmente (Cáceres, 2010).

### Funciones del adobe

Los adobes presentan las siguientes funciones como material de construcción.

**Figura 2**

*Funciones del adobe como material de construcción*



*Nota:* La figura muestra las funciones del adobe como calor, absorción acústica y conductividad térmica. Tomado de Holguino et al. (2018).

- **Aislante Térmico.** - El adobe y el tapial, materiales fundamentales en construcción, exhiben propiedades destacadas como aislantes térmicos. Las viviendas construidas con estos materiales requieren significativamente menos sistemas de climatización en comparación con las convencionales fabricadas con materiales industriales. Las casas de barro ofrecen un ambiente fresco en verano y cálido en invierno, proporcionando fácilmente un confort térmico agradable. La conductividad térmica del adobe, con un coeficiente de 0.25 W/m°C, es considerablemente inferior a la del ladrillo (0.85 W/m°C) y el



hormigón/concreto (1.50 W/m°C), según lo señalado por (Holguino et al., 2018).

- **Aislante Sonoro.** - El tapial y el adobe se destacan como eficaces <sup>7</sup>aislantes acústicos. Las viviendas construidas con tierra cruda presentan una mayor protección contra los ruidos externos, resultando en espacios más silenciosos en comparación con aquellas construidas con materiales industriales convencionales. La superficie irregular <sup>12</sup>de estos materiales contribuye a difuminar el ruido generado desde el interior de las viviendas, evitando las reverberaciones y promoviendo un ambiente interior más tranquilo y agradable, según (Holguino et al., 2018).
- **Ahorro Energético en Climatización.** – Los muros que son construidos con tierra para aislar térmicamente no solo disminuye, sino que puede eliminar la necesidad de recurrir a sistemas de climatización. Esto conlleva beneficios económicos, de eficiencia energética y una considerable reducción en las emisiones de CO2. En áreas con climas fríos, una residencia construida en adobe o tapial, combinada con prácticas ecológicas <sup>1</sup>de climatización como la energía solar pasiva, podría prescindir totalmente de sistemas de calefacción que dependan de combustibles, subrayando esta perspectiva según lo expresado por (Holguino et al., 2018).
- **Reductores del Impacto Ambiental.** - <sup>10</sup>El proceso de fabricación y procesamiento <sup>1</sup>de adobes, así como la construcción <sup>7</sup>de muros de tapia, consume considerablemente menos energía en comparación con la necesaria para la producción de otros materiales convencionales. La fabricación de ladrillos, bloques <sup>1</sup>de hormigón y la producción <sup>7</sup>de cemento, por ejemplo, implican la quema de combustibles fósiles para alcanzar las altas temperaturas requeridas en su procesamiento industrial. En cambio, la elaboración de adobes y tapiales puede realizarse manualmente y permitir que se sequen al sol. La energía necesaria para fabricar adobes es de aproximadamente 2000 BTU, la cual en su mayoría proviene de fuentes renovables, limpias y naturales. En contraste, la fabricación de ladrillos consume 15 veces más energía, alrededor de 30,000 BTU, y requiere <sup>7</sup>la quema de combustibles que emiten CO2, según la investigación de (Holguino et al., 2018).

- **Regenerativos.** - Debido a que el adobe y el tapial están compuestos por materiales locales y se encuentran naturalmente en el entorno, tienen la capacidad de reintegrarse por completo a la naturaleza al final de su ciclo de vida útil en un edificio. En contraste, el ladrillo, el hormigón/concreto y el cemento no logran reintegrarse a la naturaleza una vez que el edificio ha cumplido su función, quedando como escombros y generando un impacto ambiental considerablemente mayor, según lo señalado por (Holguino et al., 2018).
- **Resistencia del Material.** - A pesar de que la resistencia de materiales como el adobe y el tapial puede ser inferior a la de otros materiales industriales como el ladrillo, a nivel humano suele ser más que suficiente. Con el cuidado y mantenimiento adecuados, una estructura hecha de tierra apisonada y adobe puede durar cien años o más. En teoría, una estructura de adobe podría durar para siempre si se mantiene bien.
- **Resistentes al Fuego.** - La tierra cruda, debido a su naturaleza físico-química, exhibe una notable estabilidad y resistencia al fuego, superando claramente a otros materiales industriales como el acero y el ladrillo, según la investigación de (Holguino et al., 2018).

## Proceso de fabricación

### Selección del suelo

La calidad final del material en la fabricación de adobes está directamente influenciada por el tipo de suelo utilizado, lo que subraya la importancia de una cuidadosa selección. La mayoría de los expertos coinciden en evitar suelos mal drenados o agrícolas. Ya que un suelo mal drenado suele presentar un alto contenido de sales, mientras que los suelos agrícolas suelen tener un elevado contenido de materia orgánica (Castro, 2000).

Por lo general, en los suelos, la materia orgánica se acumula en la parte superior, mientras que las sales tienden a aumentar a medida que se profundiza. Por esta razón, Hartkopf sugiere que la extracción se realice a una profundidad de entre 90 cm y 60 cm.

Según el Ministerio de Vivienda y Construcción, un exceso de materia orgánica en los adobes puede resultar en contracción, resistencia a la compresión reducida y una vida útil limitada cuando se expone a la humedad. Por lo tanto, Doat recomienda que el contenido de materia orgánica no exceda el 3%.

Cuando se trata del alto contenido de sal, puede hacer que los adobes se sequen más lentamente y eventualmente se desmoronen debido a reacciones químicas o a que las sales se disuelven en agua y crean agujeros o porosidad. Por lo tanto, Hartkopf, Doat, Cobe, Morales y el Instituto Internacional de Tecnología de la Vivienda recomiendan un máximo de 0,2% de contenido de sales. Por otro lado, escritores como Olarte piensan que un 2% sería aceptable.

Debido a la necesidad de una relación equilibrada entre el % en peso del contenido de arcilla y arena, la distribución del tamaño de las partículas del suelo también debe considerarse junto con los elementos mencionados anteriormente.

Es vital que haya suficiente arcilla para cubrir las partículas gruesas del suelo con una capa fina, ya que es el componente aglutinante que une las partículas más grandes del suelo. Cuando el suelo es demasiado arenoso, los adobes se desmoronan rápidamente; cuando el suelo es demasiado arcilloso, los adobes se doblarán y fracturarán. El rango típico de contenido de arena en un suelo de "buena calidad" es del 50 al 75%.

Nacarino sugiere utilizar entre un 50% y un 60% de arena en peso, con entre un 50% y un 10% de limo y arcilla como componente combinado. Según otros autores, incluido el Instituto Internacional de Tecnología de la Vivienda, Morales y Cobe, es apropiado un contenido de arena del 55 % al 75 %. El limo y la arcilla, cuando se agregan combinados, deben oscilar entre 25% y 45%, y también se recomienda arcilla, entre 15% y 17%.

Para eliminar contaminantes y evitar un alto contenido de grava, Morales sugiere tamizar el suelo con el tamiz número 4, que es el tamaño máximo de partículas del suelo. La Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cuzco dice que se debe mantener un 5% de grava, mientras que Nacarino sugiere la erradicación total de grava con diámetros superiores a 0,5 cm.

Aunque hay discrepancias en ciertos aspectos entre diversos autores, la descripción del "suelo ideal" para la fabricación de adobes no varía drásticamente de un autor a otro.

### **Hidratación Previa**

Hidratar el suelo es un paso importante antes de fabricar adobes, según varios autores (entre ellos ININVI, PUCP, Vargas, Nacarino y Hartkopf). El primer paso es incorporar la mayor cantidad de agua posible al suelo, luego dejarlo dormir durante al menos uno o dos días antes de moldearlo en adobes. Para mejorar las cualidades del adobe, disminuir la probabilidad de agrietamiento durante el secado y hacer que el suelo sea más trabajable, se realiza un proceso conocido como prehidratación, fermentación o pudrición (Castro, 2000).

Nacarino afirma que antes de la hidratación se deben saturar las partículas de arcilla y romper completamente los grumos para que la arcilla adquiera su fuerza cohesiva. Además, según Hartkopf, este proceso puede tener un efecto bacteriano: durante la fermentación se crea en el suelo un material gelatinoso que lo hace más cohesivo y mejora sus propiedades aglutinantes.

### **Moldeado**

El contenido de humedad, según la definición de Bardou, hace referencia a la cantidad de agua requerida para lubricar las partículas del terreno, permitiéndoles moverse dentro de la masa. Es esencial que las partículas del suelo cuenten con la cantidad adecuada de agua para un desplazamiento y redistribución eficientes, evitando el exceso de agua que podría resultar en una falta de cohesión en el suelo.

Cada tipo de suelo presenta un contenido óptimo de humedad que facilita su compactación con una energía específica, logrando así la máxima densidad posible. En el caso de los adobes y otros materiales de tierra sin cocer, este aspecto es de suma importancia, ya que cualquier ajuste en el contenido de humedad durante el proceso de moldeo puede impactar significativamente en la calidad final del producto.

La fase de moldeo de los adobes resulta bastante sencilla una vez que la mezcla está lista. Se introduce el material con firmeza en el molde, el cual previamente se ha humedecido. Posteriormente, se aplica presión, prestando

especial atención a las esquinas, y se nivela en la parte superior. Finalmente, se procede a desmoldar y se deja secar. Para iniciar la preparación de un nuevo adobe, es necesario lavar el molde de manera cuidadosa.

Consideraciones como el aislamiento térmico de la mampostería, su resiliencia y el peso óptimo para soportar el bloque se toman en consideración al momento de elegir los tamaños de las cajas utilizadas en el proceso de moldeo. Los tres tamaños de adobe recomendados por la PUCP son 30x30x12.5, 40x40x17 y 50x50x22.

Tampoco necesitas una base para usar comederos. Según el Manual de Construcción del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010), Nacarino encontró que los adobes moldeados en cajas sin fondo logran mayores densidades, lo que hace que los bloques sean más resistentes, estéticamente agradables y con mejor desempeño general.

### Figura 3

#### *Moldeado del Adobe*



*Fuente:* obtenido de MCMVCS (2010)

### Secado

Después de finalizar la fabricación, expertos como Nacarino, el Instituto Internacional de Tecnología de Vivienda, la Asociación de Energía Solar de El Paso

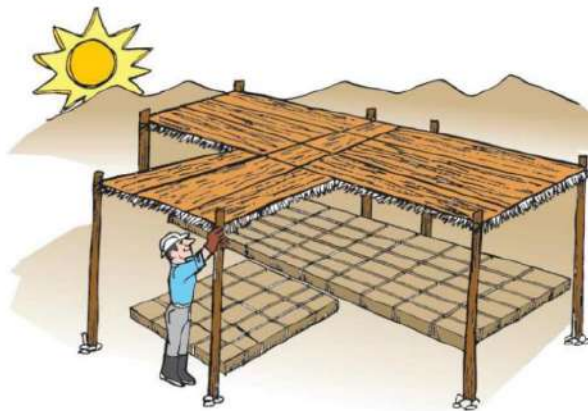


y Middleton sugieren dejar los adobes reposar en el mismo lugar de preparación durante un período de 2 a 3 días. Posteriormente, se recomienda colocarlos de canto y bajo sombra durante un período adicional de 30 días para permitir un secado adecuado.

Por otra parte, algunos autores aconsejan no utilizar los adobes hasta que alcancen un contenido de humedad entre el 2,5% y el 4% en relación al peso del suelo seco (Castro, 2000).

#### Figura 4

##### Secado del adobe



Fuente: Recuperado “Manual de Construcción Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (2010)

#### Pulido

Algunas comunidades rurales comúnmente pulen la cara exterior de los muros de adobe para hacer el material más resistente a los agentes erosivos mejorando el acabado.

Pulir el adobe, como lo explica Heredia, implica frotar los ladrillos contra una piedra de granito o alguna otra superficie rugosa. El siguiente paso es mojarlo y luego frotarlo con una piedra de superficie lisa, como el basalto.

Los daños y la degradación causados por la lluvia y el viento se concentran en regiones donde las grietas en el adobe producen puntos débiles. La cara exterior del

bloque se pule hasta obtener un acabado liso, lo que cierra las fisuras y otros huecos, haciendo que los adobes sean más duraderos (Castro, 2000).

### **Propiedades del adobe**

Las propiedades fundamentales del adobe son meticulosamente evaluadas mediante diversos ensayos, donde se destacan tanto las propiedades mecánicas como las físicas. Dentro de las propiedades mecánicas, se llevan a cabo ensayos de compresión y flexión para comprender mejor la resistencia y la capacidad de carga del adobe. Paralelamente, se examinan las propiedades físicas mediante ensayos de granulometría y límite de consistencia. Estos procedimientos, como se detalla en la obra de Rivera (2012), son esenciales para obtener una visión integral de las características del adobe, permitiendo una evaluación completa tanto de su resistencia mecánica como de sus propiedades físicas.

11

#### **Resistencia a la compresión**

Mecánicamente hablando, la capacidad de un material para resistir la compresión de un material es su resistencia a las fuerzas de aplastamiento o compresión. Se determina sometiendo el material a fuerzas externas que tienen tendencia a disminuir su tamaño o volumen. El hormigón, la mampostería y otros materiales pétreos utilizados en la construcción requieren especialmente materiales con alta resistencia a la compresión.

En pocas palabras, la resistencia a la compresión es la capacidad de un material para resistir fuerzas ejercidas en forma de compresión cuando se aplican en direcciones opuestas. Debido a que garantiza que los materiales puedan resistir las cargas de presión y compresión que pueden enfrentar en diferentes aplicaciones de construcción, esta característica es esencial en el diseño e ingeniería estructural. Las unidades estándar de presión para medir la resistencia a la compresión incluyen megapascuales (MPa) y kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>).

13

La resistencia a la compresión ( $f'c$ ) se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$f'c = P/A$$

Donde:

$f'c$  es la resistencia a la compresión

P es la carga máxima aplicada durante la prueba de compresión

A es el área de la sección transversal del material.

16

### Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión de un material es su atributo mecánico que define su resistencia a las fuerzas de flexión. En esta forma de ensayo se evalúa la resistencia del material a cargas que producen momentos flectores. Cuando se trata de diseñar y evaluar materiales para elementos estructurales como vigas y columnas, la resistencia a la flexión es muy crítica.

La resistencia a la flexión de la viga (o resistencia al momento flexible) se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$f_b = S/M$$

Dónde:  $f_b$  es la resistencia a la flexión

M es el momento flector aplicado a la viga, y

S es el módulo de sección transversal de la viga.

La unidad de medida común para la resistencia a la flexión es el pascal (Pa) o sus múltiplos, como el megapascal (MPa). La resistencia a la flexión es esencial para garantizar que los materiales y las estructuras puedan soportar las cargas y deformaciones resultantes de fuerzas aplicadas en una dirección perpendicular a la longitud del material.

### Adobe estabilizado

Las paredes construidas con ladrillos de adobe estabilizados y revestimiento son más capaces de resistir los elementos. El adobe estabilizado es un tipo de mampostería a la que se le han agregado elementos adicionales como asfalto, cemento, cal y otros para hacerlo más resistente a la compresión y la humedad. (Norma de diseño y construcción en tierra armada E.080, 2017). Al fabricar adobes estabilizados, la gradación del suelo puede ser diferente de la requerida para los adobes normales, según este reglamento.



## 5 Materiales para estabilizar el adobe

Para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adobe, se puede utilizar una amplia gama de materiales, desde materiales procesados como asfalto y cemento hasta polímeros naturales como cabuya, tallo de tuna y fibras de coco. La fibra del tallo del atún es el material natural cuyas propiedades se van a examinar en esta investigación. Este material se añade al adobe con el fin de hacerlo más resistente.

### Fibra de penca de tuna

La figura 5 muestra el tallo de tuna, una planta arborescente de tallo leñoso que puede alcanzar una altura de 3 a 5 metros y un diámetro que oscila entre 20 y 50 cm, según recoge la publicación “Cultivo de Tuna” de la Dirección Regional Agraria. (2009). La altura promedio de los tipos más prevalentes en el Perú es de entre 1,5 y 2,0 metros. No sólo eso, sino que se ha visto que las plantas de tuna pueden florecer en entornos que cumplen determinados criterios.

- Prospera en lugares secos y extremadamente secos donde las lluvias de verano son la norma y donde se reciben 125 milímetros de precipitación cada año. Debido a que los insectos y las enfermedades fúngicas pueden prosperar en ambientes húmedos, es fundamental tener cuidado.
- La planta muestra adaptabilidad a una variedad de composiciones de suelo, aunque su desarrollo óptimo se observa en suelos arenosos, sueltos, de profundidad media y con preferencia por un pH alcalino.
- La gama de altitud de desarrollo de la penca de tuna varía entre los 800 y 2800 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, también se pueden encontrar a altitudes más bajas cerca de la costa.

La Figura 5 muestra los cladodios u hojas de tuna, que son el tallo y las partes frutales de la planta. El mucílago del tallo de tuna es un material pegajoso que se encuentra en este tallo, como se explica en el trabajo de Gestión Agraria Regional (2009). Además de retener eficientemente grandes cantidades de agua, este material también puede establecer redes moleculares. Además, el mucílago puede alterar características como la retención de agua, la textura, la elasticidad y la viscosidad. No sólo eso, sino que espesa, emulsiona y gelifica bastante bien las sustancias.

**Figura 5**

**5**  
*Planta tuna con sus respectivas pencas.*



*Fuente:* Tomado de la Gerencia Regional de Agraria, 2009.

### **Método de extracción**

El método detallado de extracción de fibra de penca de tuna inicia con la cuidadosa selección de pencas maduras y saludables. Posteriormente, se realiza un corte cerca de la base de la penca utilizando un cuchillo afilado o machete. Es crucial tener precaución durante este paso para evitar cortaduras o lesiones. Una vez cortada la penca, se procede a eliminar espinas y púas que puedan estar presentes, facilitando así el manejo seguro durante el proceso.

El siguiente paso implica el pelado de la penca para exponer las fibras internas. Este proceso se realiza con el mismo cuchillo utilizado previamente, retirando la piel exterior con cuidado. Una vez expuestas las fibras, estas son extraídas manualmente, ya sea con las manos o utilizando herramientas adecuadas para este propósito. Dividir la penca en secciones más pequeñas puede facilitar la extracción eficiente de las fibras.

Para garantizar la calidad de las fibras, es esencial llevar a cabo una limpieza minuciosa. Este paso implica lavar las fibras para eliminar cualquier residuo de pulpa u otras sustancias no deseadas. El enjuague con agua suele ser suficiente para esta tarea. Después de la limpieza, las fibras se someten a un proceso de secado. Se colocan en un lugar bien ventilado o al sol hasta que estén completamente secas.

Este paso es crucial para evitar la proliferación de hongos o moho y garantizar la durabilidad de las fibras.

Finalmente, una vez que las fibras están completamente secas, se almacenan en un lugar seco hasta su uso. Este proceso de extracción de fibra de penca de tuna puede variar ligeramente según las prácticas locales y regionales, y se aconseja el uso de guantes de protección durante todo el proceso debido a las posibles espinas afiladas en algunas variedades de pencas.

### **Figura 6**

*Fibra de penca de tuna*



### **Proceso de estabilización del adobe**

Brito del pino et al., (2021) señalan que se abordan dos métodos de estabilización del adobe, los cuales se describirán a continuación.

#### **Homogénea**

Para lograr una estabilización homogénea, se agrega arena si el material principal es muy cohesivo o arcilla si el material principal es poco cohesivo. Es fundamental que los materiales adicionales sean similares al que se va a estabilizar.

## **Heterogenia**

El método de estabilización implica crear una mezcla heterogénea mediante la inclusión de varios tipos de elementos para mejorar las cualidades de la combinación. La impermeabilización mantiene el agua fuera del adobe, lo cual es especialmente importante durante las estaciones húmedas, los consolidadores mantienen juntas las arenas y las limusinas, y las fibras regulan la expansión por secado y el agrietamiento.

18

## **Propiedades físicas y químicas**

Las cualidades físicas son aquellas que se pueden medir sin modificar la composición de la sustancia. Las propiedades químicas, por otro lado, son aquellas que pueden alterarse estructuralmente para crear nuevas sustancias.

## **Viscosidad**

Según Jiménez (s/f), la viscosidad se caracteriza como la propiedad de las partículas que obstaculiza el flujo normal de un líquido, siendo este impedimento influenciado por la rugosidad y la fuerza de tracción, factores que determinan la movilidad de las moléculas.

## **Durabilidad**

Según Bañón (2010), una de las propiedades más importantes de un material es su durabilidad, que muestra qué tan bien puede soportar los esfuerzos físicos y químicos que enfrentará durante el tiempo especificado por las normas pertinentes.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Enfoque y tipo

Desde la perspectiva de su enfoque, la investigación es cuantitativa debido a su aplicación en diversos ámbitos y a la obtención de resultados predefinidos (Arias, 2020). Este estudio adoptó un enfoque científico cuantitativo al basarse en la recopilación de datos objetivos, contribuyendo así a la objetividad y precisión de sus conclusiones.

La presente investigación se clasifica como “aplicada”, ya que contribuye con una solución concreta a la problemática que enfrentan las unidades de adobe. La fabricación convencional de estas unidades se ha visto afectada negativamente por la falta de innovación en sus propiedades físicas y mecánicas. Arias (2020) sostiene que este enfoque práctico es crucial ya que resuelve problemas del mundo real mediante el uso de ideas teóricas.

### 2.2. Diseño de investigación

En términos de diseño, se clasifica como experimental, una elección que implica la manipulación deliberada de la variable para evaluar sus posibles resultados. El propósito de este estudio fue confirmar el efecto de una manipulación variable; Para ello, se utilizaron porcentajes variables de fibra de la penca de tuna, que oscilaban entre el 3%, 6% y el 9%. Arias (2020) menciona que esta metodología experimental proporciona una estructura para examinar y comprender las relaciones causa-efecto, contribuyendo a la profundización y estructuración de dichas relaciones entre las variables independientes y dependientes. Según Hernández y Mendoza (2018) menciona que el diseño experimental de este estudio permitió el uso de pruebas previas y posteriores para comparar el desarrollo de los grupos antes y después de la intervención, fortaleciendo la credibilidad del estudio.

En el ámbito de esta investigación, se considera que los experimentos realizados son de tipo “puro”. Según Hernández y Mendoza (2018), este diseño de investigación compara el progreso de los grupos antes y después de que se utilice la estrategia experimental mediante el empleo de pruebas previas y posteriores. En este estudio específico, se etiqueta como “experimento puro” porque las variables fueron manipuladas intencionadamente en el entorno controlado del laboratorio.



### 2.3. Nivel de investigación

La investigación a este nivel se considera “explicativa”. Más allá de simplemente informar sobre sucesos, este método tiene como objetivo comprender los vínculos de causa y efecto que surgen tanto de la investigación de campo como de laboratorio. En esencia, se diferencia por proporcionar un marco más completo y organizado para comprender el impacto de los factores independientes en las variables dependientes (Arias, 2020, p. 45). Este nivel de investigación no solo busca identificar patrones, sino también explicar por qué y cómo ocurren los fenómenos observados.

### 2.4. Población, muestra y muestreo

La población en un estudio se refiere al conjunto completo de elementos que se pretende investigar o estudiar en su totalidad (Hernández, 2014). En nuestro estudio fue de 64 unidades de adobe que sería el total de la población.

En cambio, la muestra, según la definición proporcionada por Fernández y Baptista (2014), es una porción representativa seleccionada del conjunto total mediante métodos específicos, y se utiliza para generalizar los resultados al conjunto completo. En nuestro estudio la muestra fue de 16 unidades de adobes para cada prueba.

En este contexto, la elección de la muestra puede depender de diversos factores, y su representatividad es esencial para la validez y la aplicabilidad de los hallazgos a la población completa.

Según Hernández y Mendoza (2018) menciona que las muestras no probabilísticas se definen como un subconjunto de la población que no se selecciona mediante un proceso de probabilidad, sino que se elige teniendo en cuenta las características específicas del estudio. Este método se basó en el análisis de muestras de campo y de laboratorio que eran más pertinentes para los objetivos del estudio, lo que lo convirtió en un procedimiento de muestreo "no probabilístico".

### 2.5. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

El término “técnicas de investigación” se refiere a las diversas formas y métodos sistemáticos y ordenados utilizados para recopilar la información deseada durante un estudio (Sampieri et al., 1996). En consonancia con esta definición, se optó por aplicar el enfoque de “observación directa” en este estudio. Esta técnica permitió identificar con precisión los datos relevantes, documentando de manera detallada las

observaciones y los resultados obtenidos. La observación directa, como estrategia de recolección de datos, se seleccionó por su capacidad para proporcionar información específica y detallada sobre los elementos estudiados.

En el contexto de la investigación, los instrumentos desempeñan un papel crucial al ser aplicados tanto a la población en general como a la muestra seleccionada. Cada estudio debe contar con al menos una técnica y un instrumento para llevar a cabo un análisis riguroso y obtener datos significativos (Arias, 2020, p. 54). En este estudio específico, se optó por utilizar una ficha de datos como instrumento principal. La ficha de datos se implementó con el propósito específico de recopilar información detallada sobre los efectos resultantes de la adición de fibra de penca. Este enfoque metodológico contribuye a garantizar la precisión y la coherencia en la recopilación de datos, esenciales para alcanzar conclusiones válidas en el contexto de la investigación.

Para los investigadores Hernández y Mendoza (2018) menciona “La calidad de una investigación se distingue por su capacidad para despejar incertidumbres, es decir, por esclarecer las conexiones entre las variables que inciden en el fenómeno en cuestión, lo que garantiza la fiabilidad de sus conclusiones” (p.119). Pruebas de laboratorio utilizados abordaron la evaluación de la confiabilidad en esta investigación. Las técnicas garantizaron que el estudio fuera sólido y confiable al validar y respaldar eficientemente los resultados adquiridos.

## 2.6. Técnica de procesamiento y análisis de la información

Siguiendo las pautas establecidas por diversos autores y las normativas E.080, NTP, ASTM y el MCA, se procedió a la obtención de 200 hojas de penca en la comunidad de Corihuilca Chico. Este proceso incluyó la limpieza minuciosa para eliminar las espinas, seguida de un lavado con agua clorada. Simultáneamente, se llevó a cabo la recolección del material del suelo mediante la excavación de cuatro calicatas en la misma comunidad. Para definir el tipo de suelo, fue necesario la realización de unas pruebas preliminares de campo, prueba de olor, color, brillo, caída de la bola, resistencia seca de la bola, en las cuatro calicatas, siguiendo las indicaciones de expertos como Minke, Carazas y Rivero.

El proceso de la investigación implicó la creación de dos moldes de madera con dimensiones de 40x25x18 cm y la recolección de tierra tamizada. Posteriormente, la combinación de tierra y paja se llevó a cabo mediante la adición de fibra de tallo de



tuna en tres proporciones distintas: 3%, 6% y 9% en peso de tierra. La formación de los adobes se realizó permitiendo que la mezcla reposara, posteriormente cubriéndola con una protección temporal y colocándola sobre una base de plástico para prevenir daños causados por condiciones climáticas adversas. Se estableció un periodo de secado de 28 días, con rotaciones semanales para fomentar un proceso gradual, en concordancia con la normativa E.080.

Una vez completado el período de secado, se llevaron a cabo los ensayos de absorción, compresión y flexión en las instalaciones del laboratorio, cumpliendo con los estándares establecidos. Además, el ensayo de chorro de agua se realizó en la zona de estudio, proporcionando una evaluación integral de las propiedades del adobe en diferentes condiciones. Este riguroso procedimiento metodológico asegura la fiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos durante la investigación.

## 2.7. Aspectos éticos

Salvaguarda de los individuos: El propósito central de este estudio fue contribuir al bienestar de las personas, abordando una problemática relacionada con el saneamiento básico que impacta directamente en su calidad de vida. Mantener la privacidad, dignidad y honestidad de los participantes y del investigador fue de suma importancia durante la implementación. Al segundo grupo se le explicó cómo su participación en el estudio era totalmente voluntaria.

Preservación del entorno y biodiversidad: La variable investigada no fue modificada debido a que este estudio fue descriptivo y no experimental. La observación directa fue el único método de recopilación de datos; no se utilizaron recursos naturales y no se produjo ningún deseo ni desperdicio. Esto aseguró que se cuidaría el ecosistema y la biodiversidad.

Participación voluntaria y derecho a la información: El desarrollo de este estudio se llevó a cabo con el objetivo de generar conocimiento y brindar ayuda a una población en relación con un problema vinculado al saneamiento básico. Antes de su ejecución, se estableció una comunicación previa con las autoridades de la zona para asegurar la participación voluntaria de las personas y garantizar su derecho a estar informadas.

Beneficencia y no maleficencia: El objetivo de esta investigación era ayudar a una determinada comunidad iluminando las deficiencias de su actual construcción de viviendas con adobe y ofreciendo soluciones para garantizar su viabilidad continua en el futuro.

Integridad científica: Los investigadores de este estudio estaban realmente dedicados a llegar al fondo de las cosas científicamente. Las diferentes características y condiciones de todas las partes del edificio fueron examinadas durante verificaciones presenciales in situ que cumplieron con todas las normas y reglamentos aplicables. Además, se cumplieron las reglas del estudio sobre el acceso abierto a todos los datos, se evitaron desacuerdos y se hicieron esfuerzos para mejorar la construcción de viviendas para la sociedad.

### III. RESULTADOS

La ejecución de <sup>31</sup> la presente investigación se llevó a cabo en la pintoresca comunidad de Corihuillca Chico, un entorno que proporcionó el contexto ideal para examinar y evaluar las propiedades del adobe. En el proceso, se realizaron meticulosas identificaciones de cuatro canteras dentro de la localidad, desempeñando un papel esencial en <sup>1</sup> la obtención del material fundamental para la fabricación de los adobes. La selección de este emplazamiento específico no solo aseguró la representatividad de las muestras utilizadas en el estudio, sino que también permitió una conexión directa con las condiciones locales que podrían influir en las propiedades del adobe.

**Figura 7**

*Ubicación de las cuatro calicatas en la comunidad de Corihuillca Chico*



**Tabla 2**

*Ubicación de las calicatas en coordenadas UTM*

4 Punto	Descripción	Medidas de calicata			Coordenadas UTM-WGS84			
		L	A	P	Este	Norte	Altitud	Zona
1	Calicata 1	1.50	1.50	2.00	581036.50	8548051.90	2956	18 S
2	Calicata 2	1.50	1.50	2.00	580754.80	8548199.90	2974	18 S
3	Calicata 3	1.50	1.50	2.00	581186.50	8548317.00	2959	18 S
4	Calicata 4	1.50	1.50	2.00	581380.60	8548122.00	2976	18 S

Para establecer con precisión la naturaleza del suelo en estudio, se llevaron a cabo exhaustivas pruebas preliminares de campo, abordando diversos aspectos que incluyeron la prueba de olor, color, brillo, caída de la bola y resistencia seca de la bola. Estas pruebas se llevaron a cabo en las cuatro calicatas identificadas, siguiendo las recomendaciones y metodologías propuestas por destacados autores en la materia, entre los cuales se incluyen Minke, Carazas y Rivero. Esta aproximación metodológica rigurosa garantizó una evaluación holística y precisa de las características del suelo, proporcionando datos esenciales para comprender su composición y comportamiento. La implementación de estas pruebas de campo bajo la orientación de expertos **contribuye a la robustez y confiabilidad de los resultados** obtenidos en el estudio.

**Tabla 3**

*Ensayos preliminares de campo*

Calicata	Pruebas					Resultado
	Olor	Color	Brillo	Caída de bola	Resistencia seca de la bola	
Calicata 1	Presencia de olor a moho u olor rancio	Suelo poco cohesivo	Limos y poca arcilla	Falta de agua	No tiene arcilla	Inadecuado
Calicata 2	Presencia de olor a moho u olor rancio	Suelos orgánicos	Predominio de arena	Demasiado agua	No tiene arcilla	Inadecuado
Calicata 3	No presencia olor	Suelos inorgánicos	Presencia de arcillas	Cantidad optima de agua	Tiene arcilla	Adecuado
Calicata 4	Presencia de olor a moho u olor rancio	Suelos orgánicos	Limos y poca arcilla	Falta de agua	No tiene arcilla	Inadecuado

Los resultados obtenidos y las características analizadas han revelado que, entre las calicatas evaluadas, la calicata N° 3 se presenta como la más propicia y adecuada para la elaboración de adobe. Esta conclusión se fundamenta en una evaluación detallada de diversos parámetros y propiedades del suelo, evidenciando que la calicata N° 3 cumple con las condiciones óptimas requeridas para la fabricación del adobe, brindando así una base sólida y favorable para la continuidad del proceso constructivo.

#### **Análisis granulométrico**

El análisis granulométrico, una etapa fundamental en la investigación, fue meticulosamente ejecutado según los parámetros establecidos por la Norma ASTM D422,

es ampliamente reconocida como una referencia estándar para determinar la distribución de tamaños de partículas en suelos. Para llevar a cabo este proceso, se extrajo con precisión una muestra representativa de suelos, con un peso aproximado de 2 kilogramos. La importancia de esta fase radica en obtener una comprensión detallada de la composición granulométrica del suelo, lo que incide directamente en sus propiedades y comportamientos físicos.

<sup>17</sup> Con el objetivo de garantizar la precisión y calidad de los resultados, la muestra fue trasladada al laboratorio especializado INGEOTECOM, ubicado en la ciudad de Huamanga, Ayacucho. Este laboratorio cuenta con la experiencia y equipamiento necesario para llevar a cabo análisis detallados y confiables. La colaboración con INGEOTECOM añade un nivel adicional de confiabilidad a los datos obtenidos, respaldando la integridad y validez de los hallazgos del análisis granulométrico en el contexto de la investigación sobre las propiedades del suelo en Corihuilca Chico.

**Tabla 4**

*Resultados del Análisis granulométrico*

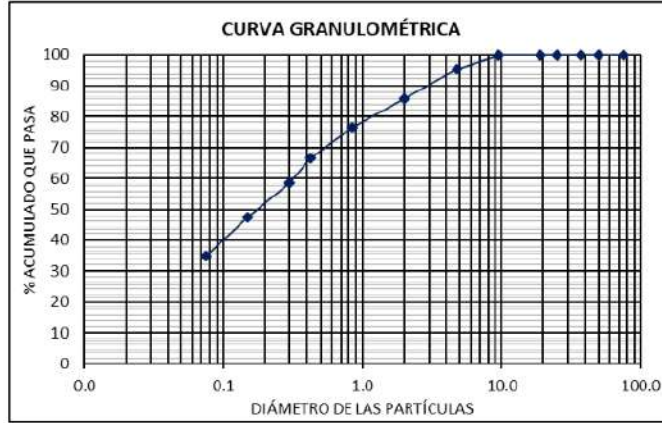
Malla	Abertura	Material retenido		% Acumulado	
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Acumulado
3"	75.00	0.00	0.0	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.0	0.00	100.00
1 <sup>1/2</sup> "	37.50	0.00	0.0	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.0	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.0	0.00	100.00
Nº 4	4.750	26.89	4.36	4.36	95.64
Nº 10	2.00	49.10	8.97	12.33	87.67
Nº 20	0.850	67.80	11.00	23.34	76.66
Nº 40	0.425	62.60	10.16	33.50	66.50
Nº 50	0.300	48.60	7.89	41.38	58.62
Nº 100	0.150	69.78	11.32	52.71	47.29
Nº 200	0.075	76.40	12.40	65.11	34.89
FONDO	0.00	17.60	2.86	67.96	32.04
LAVADO	0.00	197.40	32.04	100.00	0.00



Peso inicial seco= 616.17

### Figura 8

Curva granulométrica



Al examinar detalladamente el registro de datos proveniente del análisis granulométrico, se revela que un significativo 62.74% del material se encuentra retenido en el rango de tamices comprendidos entre el N°10 y el N°200 (0.074 a 2.000 mm.). Estas partículas, definidas por su tamaño, son clasificadas como arena. Contrariamente, el 34.9% restante constituye la fracción fina que ha pasado el tamiz N°200, consistiendo en partículas con dimensiones inferiores a 0.074 mm. Este rango corresponde a limos y arcillas. De este modo, podemos inferir, en un primer análisis, que el suelo en estudio se caracteriza como arena con contenido de limo y/o arcilla. Esta descripción inicial proporciona una valiosa perspectiva sobre la composición granulométrica del suelo, un factor determinante en sus propiedades y aplicaciones potenciales.

### Propiedades físicas

Para la determinación de los límites de consistencia, se siguieron las directrices establecidas por la Norma ASTM D4318, conocida como "Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils". En este proceso, se extrajo aproximadamente 90 gramos de muestra, asegurándose de que pase a través del tamiz N°40. Este meticuloso procedimiento se alinea con estándares internacionalmente reconocidos para evaluar los límites de consistencia de los suelos, proporcionando información crucial sobre su comportamiento ante variaciones de humedad.

La elección de la Norma ASTM D4318 garantiza la aplicación de métodos uniformes y aceptados a nivel global para determinar el índice de plasticidad de los suelos, el límite plástico y el límite líquido. La utilización de esta normativa, respaldada por décadas de investigación y práctica en el campo de la geotecnia, añade una capa adicional de confiabilidad y comparabilidad a los resultados obtenidos en esta fase esencial del estudio.

**Tabla 5**

*Resultado de las propiedades físicas*

Descripción	
Límite plástico	31.28
Límite líquido	47.23
Contenido de humedad %	3.77

Encontrar el diferencial entre el Límite plástico y el Límite líquido produce el Índice Plástico.

$$IP = LL - LP$$

$$IP = 15.95$$

La evaluación del grado de plasticidad del suelo, según la tabla específica, ha indicado que la muestra exhibe un nivel de plasticidad considerado bajo. Esta característica es esencial para comprender la capacidad del suelo para cambiar de forma y estructura bajo diferentes condiciones de humedad.

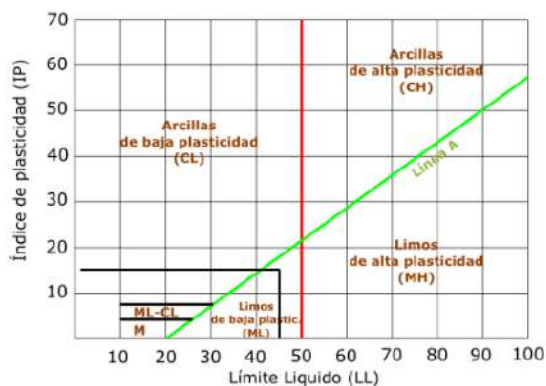
Al aplicar el Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS) y analizar los resultados de la granulometría, se destaca que el 32.04% de la muestra pasa a través del tamiz N° 200, sugiriendo una textura gruesa en el suelo. Además, al observar que el 95.64% de la muestra pasa por el tamiz N° 4, con una cantidad significativamente superior al 50%, se concluye que la muestra se clasifica como arena. Esta información es fundamental para entender la composición del suelo y sus propiedades físicas, como la permeabilidad y la capacidad de retención de humedad. En términos del SUCS, la clasificación final es “Arena limosa de baja plasticidad” tal como se muestra en la figura, donde ofrece una descripción detallada de las características del suelo, integrando la información sobre su textura y plasticidad. Este conocimiento es esencial para la toma de



decisiones en proyectos de ingeniería y construcción, ya que impacta directamente en el comportamiento del suelo en diferentes condiciones y escenarios.

**Figura 9**

*Límites de atterbeg o consistencia*



El análisis conforme a la metodología de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO) proporciona una perspectiva adicional sobre las características del suelo en estudio. La evaluación se centró en porcentajes específicos de paso a través de las aberturas N°4, N°40 y N°200, los cuales fueron registrados como 95.64%, 66.50% y 34.89%, respectivamente. De acuerdo con los criterios de AASHTO, estos resultados categorizan la muestra como perteneciente al tipo A-2-7(1), que se identifica como Gravas y Arenas arcillosas o limosas. Para refinar aún más la clasificación y determinar si la muestra se ajusta más a la categoría de grava o arena, se consideró la información obtenida mediante el SUCS, que previamente identificó la muestra como “Arena Limosa de baja plasticidad”. En virtud de esta consideración, la conclusión es que, según la clasificación AASHTO, la muestra se clasifica de manera más específica como “Arena Limosa” tal como se muestra en la tabla.

**Tabla 6**

*Resultado de clasificación de suelo*

Índice de plasticidad	15.95
Límite de contracción Finos (%)	34.85
Clasificación (SUCS)	SM Arena limosa de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	A-2-7 (1) Gravas y Arenas limosas o arcillosas
Clasificación de suelo	Arena Limosa

### 3.1. Durabilidad de adobe frente al chorro de agua

**Tabla 7**

*La duración del adobe frente al chorro de agua*

<b>Muestra: (muestra patrón) 0%</b>					
Muestra	Presión (psi)	Tiempo (s)	Distancia (cm)	Hondura (mm)	Promedio (mm)
M1				77.3	
M2	400	60	30	76.3	76.5
M3				75.4	
M4				77	

La tabla 7 proporciona información detallada acerca de la resistencia del adobe frente al ensayo de chorro de agua, destacando especialmente la "muestra patrón" que representa la condición sin la adición de fibra de penca de tuna (0%). Los datos están meticulosamente presentados para varias muestras identificadas como M1, M2, M3 y M4, las cuales fueron sometidas a un chorro de agua a una presión constante de 400 psi durante un período de 60 segundos y a una distancia de 30 cm. Como resultado de estos rigurosos ensayos, se registró una profundidad promedio de erosión de 76.5 mm en las muestras evaluadas. Este conjunto de datos destaca la influencia de la fibra de penca de tuna en la capacidad del adobe para resistir el impacto del agua, brindando así una visión detallada de cómo esta adición afecta las propiedades de resistencia del material en condiciones específicas de prueba.

**Tabla 8**

*La duración del adobe frente al chorro de agua con 3% de fibra*

<b>Durabilidad del adobe con fibra de penca de tuna 3%</b>					
Muestra	Presión (psi)	Tiempo (s)	Distancia (cm)	Hondura (mm)	Promedio (mm)
M1				67	
M2	400	60	30	62	63.5
M3				58	
M4				67	

La tabla 8 detalla de manera exhaustiva la resistencia del adobe durante la prueba de chorro de agua, poniendo énfasis en la condición de adición de fibra de penca de tuna del 3%. Los datos se presentan para diversas muestras identificadas como M1, M2, M3 y M4, las cuales fueron sometidas a un chorro de agua constante a una presión de 400 psi durante un periodo de sesenta seg. y a una distancia de treinta cm. El resultado promedio de los cuatro ensayos revela una profundidad promedio de erosión de 63.5 mm. Estos valores ofrecen una visión clara y cuantitativa de cómo la introducción de un 3% de fibra de penca de tuna impacta la capacidad del adobe para resistir el impacto del chorro de agua, brindando información valiosa para comprender los beneficios de esta adición en términos de resistencia y durabilidad del material.

**Tabla 9**

*La duración del adobe frente al chorro de agua con 6% de fibra*

<b>Durabilidad del adobe con fibra de penca de tuna 6%</b>					
Muestra	Presión (psi)	Tiempo (s)	Distancia (cm)	Hondura (mm)	Promedio (mm)
M1				56.3	
M2	400	60	30	57.1	56.7
M3				56.4	
M4				57	

La tabla 9 detalla minuciosamente la resistencia del adobe durante el ensayo al chorro de agua, enfocándose específicamente en la adición de fibra de penca de tuna del 6%. Los datos se presentan para diversas muestras designadas como M1, M2, M3 y M4, las cuales fueron sometidas a un chorro de agua constante a una presión de 400 psi durante sesenta seg. y a una distancia de treinta cm. Como resultado promedio de los cuatro ensayos, se observó una profundidad promedio de erosión de 56.7 mm. Estos valores proporcionan una clara perspectiva cuantitativa de cómo la inclusión del 6% de fibra de penca de tuna impacta la capacidad del adobe para resistir el impacto del chorro de agua, ofreciendo información valiosa sobre los efectos de esta adición en la resistencia y durabilidad del material.

**Tabla 10***La duración del adobe frente al chorro de agua con 9% de fibra*

<b>Durabilidad del adobe con fibra de penca de tuna 9%</b>					
Muestra	Presión (psi)	Tiempo (s)	Distancia (cm)	Hondura (mm)	Promedio (mm)
M1				43.5	
M2	400	60	30	41.3	42
M3				42.5	
M4				40.7	

La tabla 10 detalla con precisión la resistencia del adobe en la prueba de chorro de agua, enfocándose especialmente en la adición de fibra de penca de tuna del 9%. Los datos se presentan para diversas muestras identificadas como M1, M2, M3 y M4, las cuales fueron expuestas a un chorro de agua constante a una presión de 400 psi durante sesenta seg. y a una distancia de treinta cm. Como resultado promedio de los cuatro ensayos, se registró una profundidad promedio de erosión de 42 mm. Estos valores proporcionan una clara perspectiva cuantitativa de cómo la inclusión del 9% de fibra de penca de tuna afecta la capacidad del adobe para resistir el impacto del chorro de agua, destacando los efectos de esta adición en la resistencia y durabilidad del material.

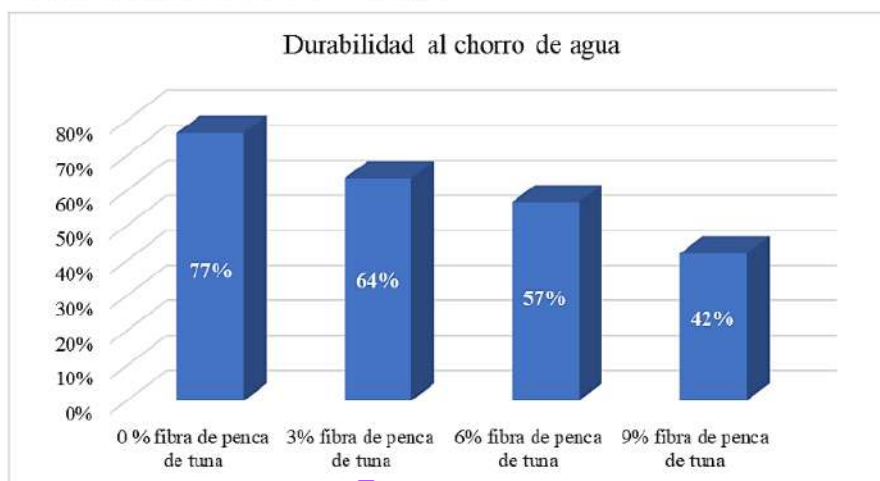
La investigación sobre la resistencia del adobe ante el impacto de un chorro de agua se presenta a través de una detallada tabla 11 que se centra en la influencia de la adición de fibra de penca de tuna en diferentes porcentajes (3%, 6%, 9%).

**Tabla 11***Resumen de la durabilidad del adobe al chorro de agua*

Muestra	Presión (psi)	Tiempo (s)	Distancia (cm)	Hondura promedio (mm)
0 % fibra de penca de tuna				76.5
3% fibra de penca de tuna	400	60	30	63.5
6% fibra de penca de tuna				56.7
9% fibra de penca de tuna				42

**Figura 10**

*Durabilidad del adobe al chorro de agua*



Los hallazgos promedio de la resistencia del adobe al impacto del chorro de agua se reflejan en la información proporcionada por la tabla 11 y la figura 10. En particular, la muestra patrón mostró una durabilidad de 76.5 mm. En contraste, las muestras que incorporaron adiciones de fibra de penca de tuna al 3%, 6%, y 9% mostraron valores decrecientes de durabilidad, con medidas de 63.5 mm, 56.7 mm y 42 mm, respectivamente. Estos datos proporcionan una ilustración de cómo la incorporación de diferentes porcentajes de fibra de penca de tuna puede influir en la resistencia del adobe al impacto del chorro de agua. Esto ofrece una visión detallada de la relación entre la composición de las muestras y su durabilidad frente a esta prueba específica.

### 3.2. Capacidad de absorción del adobe

**Tabla 12**

*Adobe tradicional sin adición de penca de tuna*

Muestra: (muestra patrón)				
Muestra	Tiempo de inmersión	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	% Absorción promedio
M1	24 horas	11.850	1.831	83.869
M2		11.862	1.984	
M3		11.985	1.877	
M4		11.791	1.968	

La tabla 12 detalla minuciosamente el rendimiento de la muestra que carece de penca de tuna, es decir, un adobe tradicional. Cada fila de la tabla corresponde a una muestra única, identificada como M1, M2, M3 y M4. Al analizar los resultados, se destaca que, tras 24 horas de inmersión, se registra un promedio de absorción del 83.869%. Este dato proporciona una visión precisa y cuantitativa de la capacidad de absorción de agua del adobe tradicional, siendo fundamental para comprender su comportamiento en condiciones específicas de prueba y, por ende, para la evaluación de su idoneidad en aplicaciones constructivas.

**Tabla 13**

*Adición de penca de tuna al 3% al adobe tradicional*

<b>Muestra: (adición de 3 % de penca de tuna)</b>				
Muestra	Tiempo de inmersión	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	% Absorción promedio
M1	24 horas	11.996	8.868	25.419
M2		11.898	8.865	
M3		11.791	8.895	
M4		11.995	8.932	

La tabla 13 ofrece una descripción exhaustiva y precisa del rendimiento de la muestra que incorpora un 3% de fibra de penca de tuna en cuanto a su capacidad de absorción de agua durante diferentes períodos de inmersión. Cada fila de la tabla corresponde a una muestra única identificada como M1, M2, M3 y M4, lo que permite un análisis detallado de la variabilidad en el comportamiento de estas muestras específicas.

Al examinar los resultados proporcionados, se destaca que después de 24 horas de inmersión, estas muestras registran un promedio de absorción notablemente inferior, situándose en el 25.419%. Esta reducción en la absorción de agua sugiere que la adición de un 3% de fibra de penca de tuna tiene un impacto positivo en la capacidad del adobe para resistir la entrada de agua, lo cual puede tener implicaciones significativas para la durabilidad y estabilidad del material en aplicaciones constructivas. Este análisis exhaustivo proporciona una visión específica de cómo la incorporación de la fibra de penca de tuna modifica las propiedades de absorción de agua del adobe.



**Tabla 14***Adición de penca de tuna al 6% al adobe tradicional*

<b>Muestra: (adición de 6 % de penca de tuna)</b>				
Muestra	Tiempo de inmersión	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	% Absorción promedio
M1	24 horas	11.976	9.868	17.308
M2		11.895	9.795	
M3		11.881	9.885	
M4		11.992	9.932	

La tabla 14 presenta una descripción meticolosa y precisa del rendimiento de la muestra que integra un 6% de fibra de penca de tuna, evaluando su capacidad de absorción de agua en distintos períodos de inmersión. Cada fila de la tabla está asociada a una muestra única identificada como M1, M2, M3 y M4, permitiendo un análisis detallado de la variabilidad en el comportamiento de estas muestras particulares.

Al examinar los resultados proporcionados, destaca que después de 24 horas de inmersión, estas muestras exhiben un promedio de absorción del 17.308%. Este valor más bajo en comparación con la muestra sin fibra de penca de tuna sugiere un impacto positivo en la capacidad del adobe para resistir la penetración de agua al agregar un 6% de fibra de penca de tuna. Este hallazgo tiene implicaciones importantes para la durabilidad y la resistencia del material en aplicaciones constructivas.

**Tabla 15***Adición de penca de tuna del 9% al adobe tradicional*

<b>Muestra: (adición de 9 % de penca de tuna)</b>				
Muestra	Tiempo de inmersión	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	% Absorción promedio
M1	24 horas	12.273	10.387	14.138
M2		11.963	10.572	
M3		12.181	10.304	
M4		11.991	10.301	



La tabla 15 brinda una descripción minuciosa y precisa del desempeño de la muestra que incorpora un 9% de fibra de penca de tuna en cuanto a la absorción de agua a lo largo de distintos periodos de inmersión. Cada fila de la tabla corresponde a una muestra única identificada como M1, M2, M3 y M4, permitiendo un análisis detallado de las variaciones en el comportamiento de estas muestras específicas.

Al examinar los resultados, se destaca que después de 24 horas de inmersión, estas muestras exhiben un promedio de absorción del 14.138%. Este valor, más reducido en comparación con la muestra sin fibra de penca de tuna, sugiere un impacto positivo significativo en la capacidad del adobe para resistir la penetración de agua al agregar un 9% de fibra de penca de tuna. Estos descubrimientos son fundamentales para comprender cómo se pueden mejorar las propiedades de absorción de agua del adobe mediante la incorporación de diferentes porcentajes de fibra de penca de tuna. Este análisis detallado proporciona información valiosa que ayuda en la toma de decisiones en el diseño y la construcción, resaltando la importancia de la composición del material en su rendimiento frente a condiciones específicas de exposición al agua.

**Tabla 16**

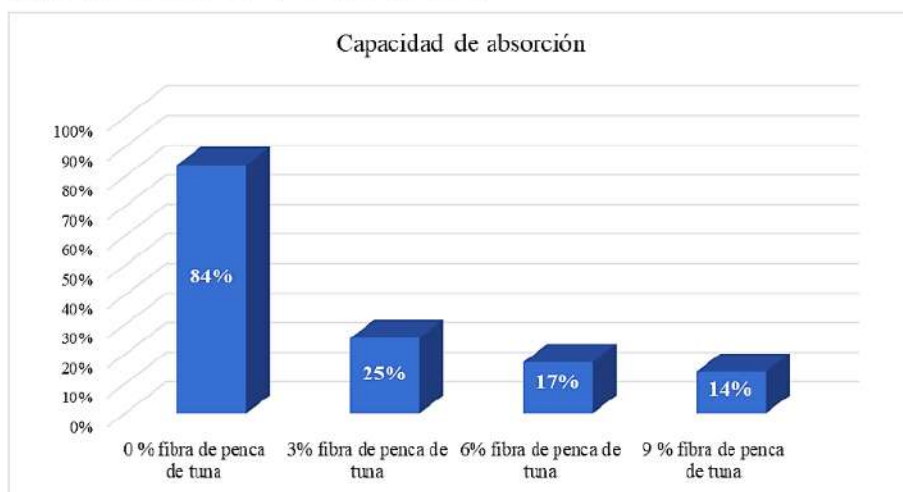
*Resumen de la prueba de absorción de agua*

Muestra	Wseco prom. (kg)	Wsaturoado prom. (kg)	% Absorción prom.
0 % fibra de penca de tuna	11.872	1.915	83.869
3% de penca de tuna	11.920	8.890	25.419
6% de penca de tuna	11.936	9.870	17.308
9% de penca de tuna	12.102	10.391	14.138

Los promedios de la capacidad de absorción de agua de las unidades de adobe se muestran en la figura 11 y la tabla 16, respectivamente. La muestra patrón, sin adiciones de fibra de penca de tuna, exhibe un significativo porcentaje de absorción del agua del 83.869%. En contraste, las muestras que incorporan diferentes proporciones de fibra de penca de tuna muestran variaciones en sus resultados, presentando porcentajes del 25.419% para una adición del 3%, 17.308% para una adición del 6%, y 14.138% para una adición del 9%.

**Figura 11**

*Capacidad de absorcion promedio del adobe*



Este análisis resalta las distintas respuestas en términos de absorción de agua según las proporciones de **mucílago de penca de tuna** utilizadas en la fabricación de los adobes. Los resultados indican claramente que la adición de fibra de penca de tuna tiene un impacto significativo en la capacidad de los adobes para resistir la absorción de agua, lo que subraya la importancia de la proporción adecuada de este componente en la mejora de las propiedades del material en condiciones de exposición a la humedad.

### 3.3. Resistencia a la compresión del adobe

**Tabla 17**

*Resistencia a la compresión del adobe*

Muestra	Muestra patrón								
	Área (cm)		Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima		f <sup>'</sup> b (kgf/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar	Coeficiente variación	Prom. f <sup>'</sup> b (kgf/cm <sup>2</sup> )
	L	A		KN	Pu (kgf)				
M1				97.3	9922	9.92			
M2	40	25	1000	97.1	9901	9.90	0.022	0.002	9.89
M3				96.9	9881	9.88			
M4				96.8	9870	9.87			

La tabla 17 proporciona una detallada descripción de la resistencia a la compresión del adobe en la Muestra patrón. Para cada uno de los cuatro ensayos diferentes (M1, M2, M3, M4), se incluyen datos relevantes que abarcan el área sometida a compresión, la carga máxima aplicada, la resistencia a la compresión calculada ( $f'b$ ), la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Los resultados revelan que la resistencia a la compresión promedio ( $f'b$ ) para la Muestra patrón es de aproximadamente 9.89 kgf/cm<sup>2</sup>. Estos datos destacan una consistencia notable entre los ensayos realizados, indicando que la muestra patrón exhibe una resistencia uniforme bajo carga compresiva. La baja variabilidad entre las muestras resalta la confiabilidad y estabilidad de la resistencia a la compresión del adobe en esta configuración específica.

Este estudio integral no solo muestra claramente la resistencia a la compresión promedio de la muestra estándar, sino que también muestra cómo los hallazgos de cada prueba fueron consistentes y confiables, lo que brinda información útil sobre las características mecánicas del material.

**Tabla 18**

*Inclusión de un 3% de fibra de penca en la prueba de resistencia a la compresión.*

Muestra	Muestra: (adición de 3 % de fibra de penca de tuna)								
	Área (cm)		Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima		$f'b$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar	Coeficiente variación	Prom. $f'b$ (kgf/cm <sup>2</sup> )
	L	A		KN	Pu (kgf)				
M1	40.1	25	1002.5	118.5	12084	12.05			
M2	39.8	24.8	987.04	117.9	12022	12.18	0.057	0.004	12.13
M3	39.9	25.1	1001.5	119.2	12155	12.14			
M4	40	24.9	996	118.8	12114	12.16			

La resistencia a la compresión del adobe con una adición del 3% de fibra de penca de tuna se informa en la tabla 18. Los datos recopilados incluyen el área sometida a compresión, la carga máxima aplicada, la resistencia a la compresión calculada ( $f'b$ ), la desviación estándar y el coeficiente de variación para cuatro ensayos distintos (M1, M2, M3, M4). La resistencia a la compresión promedio ( $f'b$ ) para esta muestra específica es de aproximadamente 12.13 kgf/cm<sup>2</sup>.

Aunque se observa cierta variabilidad entre las muestras, los resultados indican de manera significativa que la incorporación de un 3% de fibra de penca de tuna impacta positivamente la capacidad del adobe para resistir fuerzas de compresión. Este hallazgo es esencial para comprender cómo la modificación en la composición del material puede influir en sus propiedades mecánicas. La variabilidad observada también ofrece insights valiosos sobre la respuesta del adobe ante la inclusión de fibra de penca de tuna, contribuyendo a una comprensión más completa de su comportamiento estructural en situaciones de compresión.

**Tabla 19**

*Inclusión de un 6% de fibra de penca en la prueba de resistencia a la compresión.*

Muestra	Muestra: (adición de 6 % de fibra de penca de tuna)								
	Área (cm)		Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima		f <sup>b</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar	Coeficiente variación	Prom. f <sup>b</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> )
	L	A		KN	Pu (kgf)				
M1	40	24.9	996	153.5	15653	15.72			
M2	39.9	25.1	1001.5	155.1	15816	15.79	0.029	0.001	15.75
M3	40.1	25	1002.5	154.8	15785	15.74			
M4	40	25.1	1004	155.1	15816	15.75			

La resistencia a la compresión del adobe con una adición del 6% de fibra de penca de tuna se informa en la tabla 19. Los datos detallados incluyen el área sometida a compresión, la carga máxima aplicada, la resistencia a la compresión calculada (f<sup>b</sup>), la desviación estándar y el coeficiente de variación, presentados para cuatro ensayos distintos (M1, M2, M3, M4). La resistencia a la compresión promedio (f<sup>b</sup>) para esta muestra específica se establece en aproximadamente 15.75 kgf/cm<sup>2</sup>.

Aunque se evidencia cierta variabilidad entre las muestras, estos resultados son esenciales para comprender de manera integral cómo la inclusión de un 6% de fibra de penca de tuna influye significativamente en la capacidad del adobe para resistir fuerzas de compresión. La variabilidad observada proporciona información valiosa sobre la respuesta del material a la modificación de su composición, contribuyendo así a una comprensión más profunda de su comportamiento estructural en situaciones de carga compresiva.

**Tabla 20**

*Inclusión de un 9% de fibra de penca en la prueba de resistencia a la compresión.*

Muestra	Muestra: (adición de 9 % de penca de tuna)								
	Área (cm)		Área neta (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima		f <sup>b</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar	Coeficiente variación	Prom. f <sup>b</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> )
	L	A		KN	Pu (kgf)				
M1	39.9	25	997.5	191.5	19528	19.57			
M2	40	24.9	996	192.4	19619	19.69	0.109	0.006	19.60
M3	40	25	1000	190.9	19466	19.47			
M4	39.9	25	997.5	192.8	19660	19.7			

La resistencia a la compresión del adobe con una adición del 9% de fibra de penca de tuna se informa en la tabla 20. Los datos detallados incluyen el área sometida a compresión, la carga máxima aplicada, la resistencia a la compresión calculada (f<sup>b</sup>), así como la desviación estándar y el coeficiente de variación, todos proporcionados para cuatro ensayos independientes (M1, M2, M3, M4). La resistencia a la compresión promedio (f<sup>b</sup>) para esta muestra específica se establece en aproximadamente 19.60 kgf/cm<sup>2</sup>.

A pesar de la evidente variabilidad entre las muestras, estos resultados son cruciales para obtener una comprensión profunda de cómo la inclusión de un 9% de fibra de penca de tuna tiene un impacto sustancial en la capacidad del adobe para resistir fuerzas de compresión. La variabilidad observada en los resultados proporciona valiosa información sobre la respuesta del material ante esta modificación en su composición, enriqueciendo así nuestro entendimiento sobre su comportamiento estructural en condiciones de carga compresiva. Estos datos son fundamentales para la toma de decisiones informada en el diseño y construcción, destacando la relevancia de la proporción precisa de fibra de penca de tuna en la mejora de las propiedades mecánicas del adobe.

Los resultados sobre la resistencia a la compresión del adobe se presentan a través de una detallada tabla 20 que se centra en la influencia de la adición de fibra de penca de tuna en diferentes porcentajes (3%, 6%, 9%).

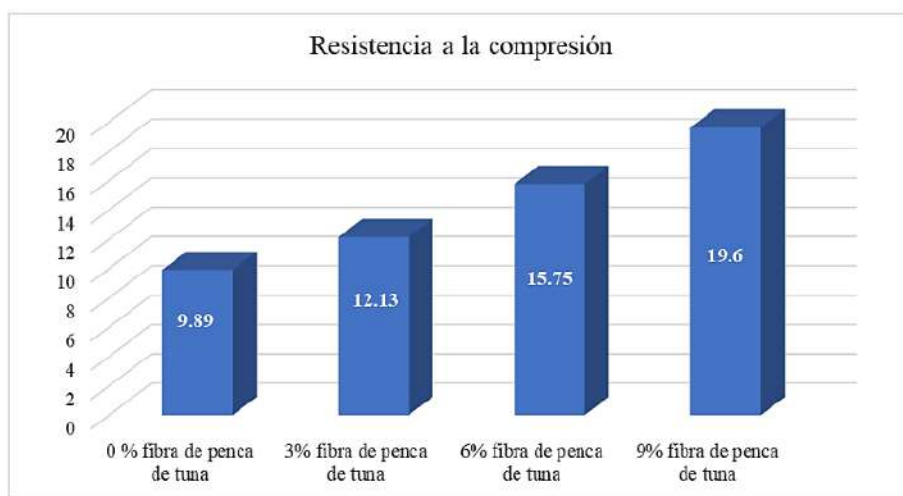
**Tabla 21**

*Resumen de resistencia a la compresión del adobe con adición de fibra de penca de tuna*

Muestra	Desv. estándar	Coef. Var.	f <sup>b</sup> promedio (kgf/cm <sup>2</sup> )	f <sup>b</sup> mínima según R.N.E.E. 080-17
0 % fibra de penca de tuna	0.022	0.002	9.89	No cumple
3% fibra de penca de tuna	0.057	0.004	12.13	Cumple
6% fibra de penca de tuna	0.029	0.001	15.75	Cumple
9% fibra de penca de tuna	0.109	0.006	19.60	cumple

**Figura 12**

*Inclusión de fibra de penca en la prueba de resistencia a la compresión.*



En la tabla 21 y figura 12 se muestran los valores promedio de la resistencia a la compresión (f<sup>b</sup>) para diferentes muestras de adobe. La muestra estándar exhibió un valor de 9.89 kgf/cm<sup>2</sup>. En contraposición, las muestras que incorporaron adiciones de fibra de penca de tuna al 3%, 6%, y 9% presentaron incrementos progresivos en la resistencia a la compresión, registrando valores de 12.13 kgf/cm<sup>2</sup>, 15.75 kgf/cm<sup>2</sup> y 19.6 kgf/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estos resultados reflejan cómo la inclusión de diferentes porcentajes de fibra de penca de tuna puede influir positivamente en la resistencia a la

compresión del adobe, proporcionando una visión detallada de la relación entre la composición de las muestras y su capacidad para resistir fuerzas de compresión.

### 3.4. Resistencia a la flexión del adobe

**Tabla 22**

*Adobe tradicional en la prueba de resistencia a la flexión*

Muestra	Carga máxima		L (cm)	b (cm)	h (cm)	Mr prom. (kgf/cm <sup>2</sup> )
	(kgf)	KN				
M1	115	1.13	40	25	18	0.785
M2	114	1.12	40	25	17.9	
M3	115	1.13	40	24.9	17.8	
M4	116	1.14	39.9	25	18	

La tabla 22 describe la resistencia a la flexión del adobe en la Muestra patrón. Se proporciona información sobre la carga máxima aplicada, las dimensiones de las muestras (longitud, ancho y altura), y el momento resistente promedio (Mr) calculado durante la prueba de flexión. A lo largo de cuatro ensayos (M1, M2, M3, M4), se observa consistencia en las dimensiones físicas y cierta variabilidad en la carga máxima y el Mr, promedio es de 0.785 kgf/cm<sup>2</sup>. Estos datos son cruciales para evaluar la capacidad del adobe para resistir fuerzas de flexión y comprender cómo responde a condiciones de carga en situaciones prácticas.

**Tabla 23**

*Inclusión de un 3% de fibra de penca en la prueba de resistencia a flexión.*

Muestra	Carga máxima		L	b	h	Mr prom. (kgf/cm <sup>2</sup> )
	(kgf)	KN				
M1	140	1.37	40	25	17.9	1.202
M2	141	1.38	39.9	25	18	
M3	142	1.39	40	24.9	18	
M4	141	1.38	40	25	17.8	

La tabla 23 muestra la adición del 3% de fibra de penca de tuna en las pruebas de flexión del adobe, donde mostró que la cantidad de carga aplicada varió un poco, moviéndose entre 140 y 142 kgf en cada uno de los cuatro ensayos (M1, M2, M3, M4).



Sin embargo, las dimensiones físicas de las muestras, que son aproximadamente de 40 centímetros de longitud, 25 centímetros de ancho y 18 centímetros de altura, se mantuvieron bastante constantes. Finalmente, el Mr. Promedio fue de 1.202kgf/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 24**

*Inclusión de un 6% de fibra de penca en la prueba de resistencia a flexión.*

<b>Muestra: (adición de 6 % de penca de tuna)</b>						
Muestra	Carga máxima		L	b	h	Mr prom. (kgf/cm <sup>2</sup> )
	(kgf)	KN				
M1	175	1.72	40	24.9	18	1.353
M2	178	1.75	40	25	18	
M3	175	1.72	39.9	25	17.9	
M4	174	1.70	40	25	18	

La tabla 24 muestra la incorporación del 6% fibra de penca de tuna en las pruebas de flexión del adobe, donde mostró que la cantidad de carga aplicada varió un poco, moviéndose entre 174 y 178 kgf en cada uno de los cuatro ensayos (M1, M2, M3, M4). Sin embargo, las dimensiones físicas de las muestras, que son aproximadamente de 40 centímetros de longitud, 25 centímetros de ancho y 18 centímetros de altura, se mantuvieron bastante constantes. Finalmente, el Mr. Promedio fue de 1.353 kgf/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 25**

*Inclusión de un 9% de fibra de penca en la prueba de resistencia a flexión.*

<b>Muestra: (adición de 9 % de fibra de penca de tuna)</b>						
Muestra	Carga máxima		L	b	h	Mr prom. (kgf/cm <sup>2</sup> )
	(kgf)	KN				
M1	201	1.97	40	25	17.8	1.650
M2	200	1.96	40	24.8	18	
M3	199	1.95	39.8	24.9	18	
M4	204	2.00	39.9	25	17.9	

La tabla 25 muestra la incorporación del 9% de fibra de penca de tuna en las pruebas de flexión del adobe, donde mostró que la cantidad de carga aplicada varió un poco, moviéndose entre 199 y 204 kgf en cada uno de los cuatro ensayos (M1, M2,

M3, M4). Sin embargo, las dimensiones físicas de las muestras, que son aproximadamente de 40 centímetros de longitud, 25 centímetros de ancho y 18 centímetros de altura, se mantuvieron bastante constantes. Finalmente, el Mr. Promedio fue de 1.650 kgf/cm<sup>2</sup>.

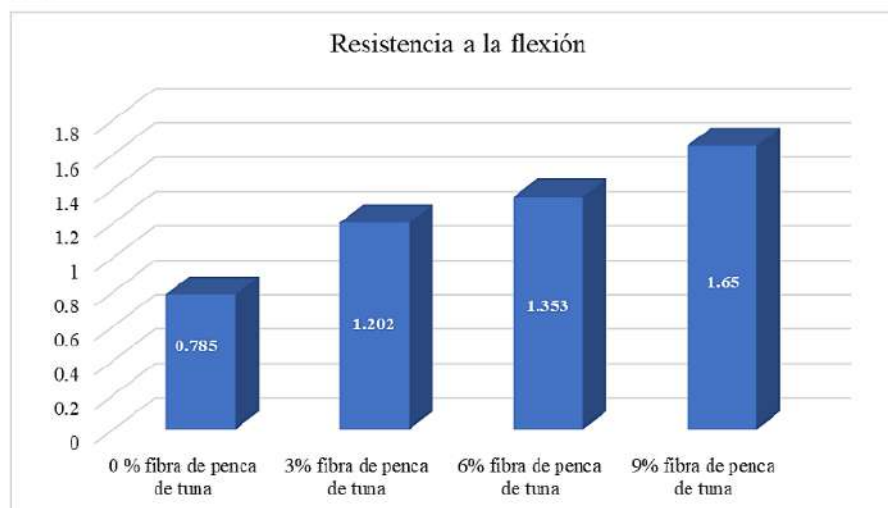
**Tabla 26**

*Resumen de resistencia a la flexión del adobe con incorporación de fibra de penca de tuna*

Muestra	Mr. Promedio (kgf/ cm <sup>2</sup> )	NTP E-080 0.81 (kgf/cm <sup>2</sup> )
0 % fibra de penca de tuna	0.785	No cumple
3% fibra de penca de tuna	1.202	Cumple
6% fibra de penca de tuna	1.353	Cumple
9% fibra de penca de tuna	1.650	cumple

**Figura 13**

*Resumen de la resistencia a flexión del adobe con incorporación de fibra de penca de tuna*



Los valores promedio de la resistencia a flexión se muestran en la tabla 26 y figura 13. La muestra de referencia tiene un valor de 0.785 kgf/cm<sup>2</sup>, sumando 3% (1.202 kgf/cm<sup>2</sup>), 6% (1.353 kgf/cm<sup>2</sup>), o 9 % (1.650 kgf/cm<sup>2</sup>) de fibra de tallo de tuna aumenta el valor.

De acuerdo con la información presentada en la tabla 26 y la figura 13, se destacan los valores promedio de la resistencia a la flexión para diversas muestras de adobe. La muestra estándar exhibió un valor de 0.785 kgf/cm<sup>2</sup>. En contraste, las muestras con adiciones de fibra de penca de tuna al 3%, 6%, y 9% mostraron un aumento progresivo en la resistencia a la flexión, registrando valores de 1.202 kgf/cm<sup>2</sup>, 1.353 kgf/cm<sup>2</sup> y 1.650 kgf/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estos resultados indican cómo la inclusión de distintos porcentajes de fibra de penca de tuna puede tener un impacto positivo en la resistencia a la flexión del adobe, ofreciendo una perspectiva detallada sobre la relación entre la composición de las muestras y su capacidad para resistir fuerzas de flexión.

### **3.5. Análisis inferencial**

La evaluación de la hipótesis propuesta se llevó a cabo mediante el uso del análisis de varianza (ANOVA), un método estadístico que se seleccionó debido a su capacidad para comparar la variabilidad entre las medias en situaciones que involucran múltiples grupos. En esta instancia, se trabajó con cuatro grupos diferentes, cada uno caracterizado por un nivel específico de agregado de fibra de penca de tuna, que variaba entre el 0%, 3%, 6%, y 9%. La elección de ANOVA se fundamenta en su capacidad para identificar diferencias significativas entre estas medias, proporcionando así una herramienta estadística apropiada para analizar la influencia de los distintos niveles de fibra de penca de tuna en la variable de interés.

Para aplicar eficazmente este procedimiento estadístico, es imperativo satisfacer ciertos requisitos fundamentales que garantizan la validez de los resultados. Estos requisitos incluyen la realización de pruebas específicas, tales como la prueba de normalidad para verificar la distribución normal de los datos, la prueba de homogeneidad de varianzas para asegurar que las varianzas entre los grupos sean comparables, y la confirmación de la independencia de los grupos. La cuidadosa atención a estos criterios establece las bases necesarias para la robustez y la confiabilidad de las conclusiones derivadas del análisis estadístico. Luego, se llevó a cabo el abordaje y la respuesta a las hipótesis específicas planteadas en el contexto de la investigación, esto permitió una evaluación más profunda y precisa de las relaciones entre las variables de interés.

### 3.5.1. Hipótesis específica 1

#### Normalidad de datos

H0: Los datos siguen un patrón que se asemeja a una distribución normal.

Ha: Los datos no siguen un patrón que se asemeja a una distribución normal.

**Tabla 27**

*Normalidad de la durabilidad del adobe al chorro de agua*

Shapiro wilk				
	Dosificación	Est.	gl.	Significancia
Durabilidad del adobe al chorro de agua	0 % fibra de penca de tuna			
	3 % fibra de penca de tuna	.125	4	.358
	6 % fibra de penca de tuna	.207	4	.585
	6 % fibra de penca de tuna	.215	4	.598
	9 % fibra de penca de tuna	.334	4	.278

La tabla 27 proporciona una visión integral de los resultados obtenidos mediante la prueba de normalidad aplicada a la durabilidad del adobe sometido al chorro de agua. Un aspecto destacable es que las significancias asociadas a estas pruebas superan el umbral de 0.05, tanto para el adobe tradicional como para los adobes enriquecidos con 3%, 6%, y 9% de fibra de penca de tuna. Este descubrimiento es significativo, ya que sugiere, según la evaluación de normalidad realizada mediante la prueba de Shapiro-Wilk, que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de normalidad en los datos.

En consecuencia, se respalda la decisión de utilizar la prueba paramétrica ANOVA para realizar comparaciones entre los grupos. Este enfoque paramétrico resulta respaldado por la evidencia de normalidad en los datos, lo que fortalece la robustez de los análisis estadísticos realizados sobre la durabilidad del adobe bajo la influencia de diferentes niveles de fibra de penca de tuna.

La aplicación de estas pruebas y el respaldo de la normalidad en los datos son pasos esenciales en el diseño de un análisis estadístico robusto. Esto permite realizar comparaciones significativas entre los grupos de adobe, enriquecidos con diferentes

niveles de fibra de penca de tuna, proporcionando así una base sólida para evaluar de manera precisa la influencia de esta incorporación en la durabilidad del material frente al chorro de agua. Este enfoque riguroso contribuye a la fiabilidad y validez de los resultados obtenidos en el estudio.

### **Prueba de homogeneidad**

H0: Las varianzas de los grupos Iguales o homogéneas.

H1: Al menos una de las varianzas es diferente

**Tabla 28**

*Homogeneidad de las varianzas de la durabilidad del adobe al chorro de agua*

<b>Homogeneidad de varianzas</b>					
		Estadístico de Levene	g1	g2	Sig.
Durabilidad del adobe al chorro de agua	Se basa en la media	.145	4	4	.780
	Se basa en la mediana	.087	4	4	.672
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.420	4	4	.853
	Se basa en el media recortada	.230	4	4	.946

Dado que el valor p obtenido en el análisis es 0,780, lo cual excede el nivel de significancia convencional de 0,05, carecemos de evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. En consecuencia, no podemos afirmar de manera concluyente que las varianzas entre los grupos sean significativamente diferentes. Bajo el umbral de significancia que hemos seleccionado, que es 0,05, podemos interpretar que las varianzas se mantienen homogéneas entre los grupos.

Este resultado sugiere que cualquier variabilidad observada entre los grupos podría deberse al azar y no a diferencias sistemáticas en las varianzas. En otras palabras, “no hay indicios estadísticamente significativos que respalden la idea de que la variabilidad entre los grupos, en términos de la durabilidad del adobe frente al chorro de agua, sea diferente de lo que podríamos esperar simplemente por fluctuaciones aleatorias. Esta consideración es crucial al interpretar los resultados del análisis de varianza (ANOVA), ya que la homogeneidad de las varianzas es un supuesto clave para la validez de este tipo de prueba estadística.

### Prueba de hipótesis

H0: La incorporación de la fibra de penca de tuna no influye significativamente en la durabilidad del adobe al chorro de agua en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023.

H1: La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en la durabilidad del adobe al chorro de agua en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023.

**Tabla 29**

*Influencia de la fibra de penca de tuna en la durabilidad de adobe al chorro de agua*

ANOVA					
Comportamiento físico	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	524.100	4	250.410	.4568	
Dentro de grupos	52.462	4	6.740	.350	.0014
Total	576.562	4			

En la tabla 29, se resalta que el valor de significancia (sig.) es 0,0014, lo cual indica una diferencia estadísticamente significativa. Este valor es inferior al nivel de significancia comúnmente establecido en 0,05. Este resultado sugiere que, al identificar disparidades significativas en las medias entre al menos dos grupos, podemos llegar a la conclusión de que la presencia del agregado de fibra de penca de tuna influye de manera sustancial en la resistencia del adobe al impacto del chorro de agua en comparación con un adobe convencional.

Esta observación es fundamental, ya que proporciona información valiosa sobre la influencia específica de la fibra de penca de tuna en la durabilidad del adobe. En el contexto de la comunidad de Corihuilca Chico, donde se llevó a cabo el estudio, estos hallazgos pueden tener implicaciones prácticas significativas. La diferencia estadísticamente significativa en la resistencia al impacto del chorro de agua sugiere que la incorporación de fibra de penca de tuna puede ser una estrategia efectiva para mejorar la durabilidad del adobe en condiciones similares.



### 3.5.2. Hipótesis específica 2

#### Normalidad de datos

H0: Los datos siguen un patrón que se asemeja a una distribución normal.

Ha: Los datos no siguen un patrón que se asemeja a una distribución normal.

**Tabla 30**

*Normalidad de la capacidad de absorción del agua en el adobe*

Shapiro wilk				
	Dosificación	Estadístico	gl.	Sig.
Capacidad de absorción del agua	0 % fibra de penca de tuna	.351	4	.245
	3 % fibra de penca de tuna	.289	4	.354
	6 % fibra de penca de tuna	.341	4	.451
	9 % fibra de penca de tuna	.321	4	.198

La tabla presenta los resultados de la prueba de normalidad aplicada a la capacidad de absorción del agua. Es notable que las significancias asociadas a estas pruebas superan el umbral de 0.05 tanto para el adobe tradicional como para los adobes enriquecidos con 3%, 6%, y 9% de fibra de penca de tuna”. Este hallazgo sugiere, según la evaluación de normalidad realizada mediante la prueba de Shapiro-Wilk, que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de normalidad en los datos.

En consecuencia, se respalda la decisión de utilizar la prueba paramétrica ANOVA para realizar comparaciones entre los grupos, respaldando así el enfoque paramétrico en el análisis de la durabilidad del adobe bajo la influencia de diferentes niveles de fibra de penca de tuna.

La superación del umbral de significancia en las pruebas de normalidad indica que los datos siguen una distribución aproximadamente normal en todos los grupos considerados. Este respaldo estadístico fortalece la validez de los análisis posteriores y proporciona confianza en los resultados obtenidos. La elección de utilizar ANOVA, un enfoque paramétrico, se basa en la suposición de normalidad de los datos y, dada la evidencia respaldada por las pruebas, este enfoque resulta apropiado para realizar comparaciones significativas entre los grupos en términos de la capacidad de absorción del agua.

### Prueba de homogeneidad

H0: Las varianzas de los grupos Iguales o homogéneas.

H1: Al menos una de las varianzas es diferente

**Tabla 31**

*Homogeneidad de las varianzas de la capacidad de absorción del agua.*

		Homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Capacidad de absorción del agua	Se basa en la media	.178	4	4	.155
	Se basa en la mediana	.254	4	4	.247
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.341	4	4	.654
		.245	4	4	.721
	Se basa en el media recortada				

Dado que el valor p obtenido en el análisis es 0,155, lo cual excede el nivel de significancia convencional de 0,05, carecemos de evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. En consecuencia, no podemos afirmar de manera concluyente que las varianzas entre los grupos sean significativamente diferentes. Bajo el umbral de significancia que hemos seleccionado, que es 0,05, podemos interpretar que las varianzas se mantienen homogéneas entre los grupos.

Este resultado sugiere que cualquier variabilidad observada entre los grupos podría deberse al azar y no a diferencias sistemáticas en las varianzas. En otras palabras, no hay indicios estadísticamente significativos que respalden la idea de que la variabilidad entre los grupos, en términos de la capacidad de absorción de agua del adobe, sea diferente de lo que podríamos esperar simplemente por fluctuaciones aleatorias. Esta consideración es crucial al interpretar los resultados del análisis de varianza (ANOVA), ya que la homogeneidad de las varianzas es un supuesto clave para la validez de este tipo de prueba estadística.

### Prueba de hipótesis

H0: La incorporación de la fibra de penca de tuna no influye significativamente en la capacidad de absorción del agua en el adobe en la comunidad de Corihuillca Chico, Ayacucho 2023

H1: La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en la capacidad de absorción del agua en el adobe en la comunidad de Corihuillca Chico, Ayacucho 2023

**Tabla 32**

*Influencia de la fibra de penca de tuna en la capacidad de absorción del agua*

ANOVA					
Comportamiento físico	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	346.100	4	154.56	.251	.000
Dentro de grupos	46.362	4	4.564	.214	
Total	392.462				

En la tabla 32, se destaca que el valor de significancia (sig.) es 0,000, lo cual indica una diferencia estadísticamente significativa, ya que es inferior al nivel de significancia comúnmente establecido en 0,05. Este resultado sugiere que, al identificar disparidades significativas en las medias entre al menos dos grupos, se puede llegar a la conclusión de que la presencia del agregado de fibra de penca de tuna influye de manera sustancial en la capacidad de absorción del agua en comparación con un adobe convencional.

Este hallazgo proporciona información valiosa sobre la influencia específica de la fibra de penca de tuna en la capacidad de absorción del adobe, especialmente en el contexto de la comunidad de Corihuillca Chico. La diferencia estadísticamente significativa en la capacidad de absorción del agua entre los adobes convencionales y aquellos enriquecidos con fibra de penca de tuna sugiere que la incorporación de este material afecta de manera considerable la respuesta del adobe ante la humedad.

Estos resultados son esenciales para la toma de decisiones informada en proyectos constructivos en la mencionada comunidad, ya que ofrecen evidencia

cuantitativa respaldada estadísticamente sobre cómo la incorporación de fibra de penca de tuna puede modificar las propiedades de absorción de agua del adobe.

### 3.5.3. Hipótesis específica 3

#### Normalidad de datos

H0: Los datos siguen un patrón que se asemeja a una distribución normal.

Ha: Los datos no siguen un patrón que se asemeja a una distribución normal.

**Tabla 33**

*Normalidad de la resistencia a la compresión en el adobe*

Shapiro wilk				
	Dosificación	Estadístico	gl.	Sig.
Resistencia a la compresión	0 % fibra de penca de tuna	.245	4	.203
	3 % fibra de penca de tuna	.271	4	.405
	6 % fibra de penca de tuna	.378	4	.371
	9 % fibra de penca de tuna	.426	4	.274

La tabla 33 presenta los resultados de la prueba de normalidad aplicada a la resistencia a la compresión. Es significativo destacar que las significancias asociadas a estas pruebas superan el umbral de 0.05 tanto para el adobe tradicional como para los adobes enriquecidos con 3%, 6%, y 9% de fibra de penca de tuna. Este hallazgo sugiere, según la evaluación de normalidad realizada mediante la prueba de Shapiro-Wilk, que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de normalidad en los datos.

En consecuencia, se respalda la decisión de utilizar la prueba paramétrica ANOVA para realizar comparaciones entre los grupos, respaldando así el enfoque paramétrico en el análisis de la durabilidad del adobe bajo la influencia de diferentes niveles de fibra de penca de tuna.

La superación del umbral de significancia en las pruebas de normalidad indica que los datos siguen una distribución aproximadamente normal en todos los grupos considerados. Este respaldo estadístico fortalece la validez de los análisis posteriores y proporciona confianza en los resultados obtenidos. La elección de utilizar ANOVA, un enfoque paramétrico, se basa en la suposición de normalidad de los datos y, dada la

evidencia respaldada por las pruebas, este enfoque resulta apropiado para realizar comparaciones significativas entre los grupos en términos de la resistencia a la compresión del adobe.

### Prueba de homogeneidad

H0: Las varianzas de los grupos Iguales o homogéneas.

H1: Al menos una de las varianzas es diferente

**Tabla 34**

*Homogeneidad de las varianzas de la resistencia a la compresión*

		Homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión	Se basa en la media	.356	4	4	.347
	Se basa en la mediana	.278	4	4	.421
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.297	4	4	.501
	Se basa en el media recortada	.387	4	4	.423

Dado que el valor p obtenido en el análisis es 0,347, lo cual excede el nivel de significancia convencional de 0,05, carecemos de evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. En consecuencia, no podemos afirmar de manera concluyente que las varianzas entre los grupos sean significativamente diferentes. Bajo el umbral de significancia que hemos seleccionado, que es 0,05, podemos interpretar que las varianzas se mantienen homogéneas entre los grupos.

Este resultado sugiere que cualquier variabilidad observada entre los grupos podría deberse al azar y no a diferencias sistemáticas en las varianzas. En otras palabras, no hay indicios estadísticamente significativos que respalden la idea de que la variabilidad entre los grupos, en términos de la resistencia a la compresión del adobe, sea diferente de lo que podríamos esperar simplemente por fluctuaciones aleatorias. Esta consideración es crucial al interpretar los resultados del análisis de varianza (ANOVA), ya que la homogeneidad de las varianzas es un supuesto clave para la validez de este tipo de prueba estadística.

### Prueba de hipótesis

H0: La incorporación de la fibra de penca de tuna no influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023

H1: La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023

**Tabla 35**

*Influencia de la fibra de penca de tuna en la resistencia a la compresión*

ANOVA					
Comportamiento físico	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	432.000	4	254.00	.41	.0032
Dentro de grupos	38.120	4	5.021	.198	
Total	470.12				

En la tabla 35, se destaca que el valor de significancia (sig.) es 0,0032, lo cual indica una diferencia estadísticamente significativa, ya que es inferior al nivel de significancia comúnmente establecido en 0,05. Este resultado sugiere que, al identificar disparidades significativas en las medias entre al menos dos grupos, se puede llegar a la conclusión de que la presencia del agregado de fibra de penca de tuna influye de manera sustancial en la resistencia a la compresión en comparación con un adobe convencional.

Este hallazgo proporciona información valiosa sobre la influencia específica de la fibra de penca de tuna en la resistencia a la compresión del adobe, especialmente en el contexto de la comunidad de Corihuilca Chico. La diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la compresión entre los adobes convencionales y aquellos enriquecidos con fibra de penca de tuna sugiere que la incorporación de este material tiene un impacto notable en la capacidad del adobe para resistir fuerzas de compresión.



Estos resultados tienen implicaciones prácticas significativas para proyectos constructivos en la mencionada comunidad, ya que ofrecen evidencia cuantitativa respaldada estadísticamente sobre cómo la incorporación de fibra de penca de tuna puede modificar las propiedades de resistencia a la compresión del adobe.

#### 3.5.4. Hipótesis específica 4

##### Normalidad de datos

H0: Los datos siguen un patrón que se asemeja a una distribución normal.

Ha: Los datos no siguen un patrón que se asemeja a una distribución normal.

##### Tabla 36

*Normalidad de la resistencia a la flexión en el adobe*

Shapiro wilk				
	Dosificación	Estadístico	gl.	Sig.
Resistencia a la flexión	0 % fibra de penca de tuna	.322	4	.856
	3 % fibra de penca de tuna	.354	4	.756
	6 % fibra de penca de tuna	.421	4	.587
	9 % fibra de penca de tuna	.578	4	.654

La tabla 36 presenta los resultados de la prueba de normalidad aplicada a la resistencia a la flexión. Es notable que las significancias asociadas a estas pruebas superan el umbral de 0.05 tanto para el adobe tradicional como para los adobes enriquecidos con 3%, 6%, y 9% de fibra de penca de tuna. Este hallazgo sugiere, según la evaluación de normalidad realizada mediante la prueba de Shapiro-Wilk, que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de normalidad en los datos.

En consecuencia, se respalda la decisión de utilizar la prueba paramétrica ANOVA para realizar comparaciones entre los grupos, respaldando así el enfoque paramétrico en el análisis de la durabilidad del adobe bajo la influencia de diferentes niveles de fibra de penca de tuna.

La superación del umbral de significancia en las pruebas de normalidad indica que los datos siguen una distribución aproximadamente normal en todos los grupos considerados. Este respaldo estadístico fortalece la validez de los análisis posteriores y proporciona confianza en los resultados obtenidos. La elección de utilizar ANOVA,

un enfoque paramétrico, se basa en la suposición de normalidad de los datos y, dada la evidencia respaldada por las pruebas, este enfoque resulta apropiado para realizar comparaciones significativas entre los grupos en términos de la resistencia a la flexión del adobe.

### **Prueba de homogeneidad**

H0: Las varianzas de los grupos Iguales o homogéneas.

H1: Al menos una de las varianzas es diferente

**Tabla 37**

*Homogeneidad de las varianzas de la resistencia a la flexión*

		Homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la flexión	Se basa en la media	.243	4	4	.399
	Se basa en la mediana	.305	4	4	.354
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.310	4	4	.375
	Se basa en el media recortada	.445	4	4	.897

Dado que el valor p obtenido en el análisis es 0,399, lo cual excede el nivel de significancia convencional de 0,05, no disponemos de suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula. En consecuencia, no podemos afirmar de manera concluyente que las varianzas entre los grupos sean significativamente diferentes. Bajo el umbral de significancia que hemos seleccionado, que es 0,05, podemos interpretar que las varianzas se mantienen homogéneas entre los grupos.

Este resultado sugiere que cualquier variabilidad observada entre los grupos podría deberse al azar y no a diferencias sistemáticas en las varianzas. En otras palabras, no hay indicios estadísticamente significativos que respalden la idea de que la variabilidad entre los grupos, en términos de la resistencia a la flexión del adobe, sea diferente de lo que podríamos esperar simplemente por fluctuaciones aleatorias. Esta consideración es crucial al interpretar los resultados del análisis de varianza (ANOVA),

ya que la homogeneidad de las varianzas es un supuesto clave para la validez de este tipo de prueba estadística.

### **Prueba de hipótesis**

H0: La incorporación de la fibra de penca de tuna no influye significativamente en la resistencia a la flexión del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023

H1: La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en la resistencia a la flexión del adobe en la comunidad de Corihuilca Chico, Ayacucho 2023

**Tabla 38**

*Influencia de la fibra de penca de tuna en la resistencia a la flexión*

ANOVA					
Comportamiento físico	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	536.000	4	366.00	.380	.000
Dentro de grupos	24.452	4	5.051	.204	
Total	560.452				

En la tabla 38, se destaca que el valor de significancia (sig.) es 0,000, lo cual indica una diferencia estadísticamente significativa, ya que es inferior al nivel de significancia comúnmente establecido en 0,05. Este resultado sugiere que, al identificar disparidades significativas en las medias entre al menos dos grupos, se puede llegar a la conclusión de que la presencia del agregado de fibra de penca de tuna influye de manera sustancial en la resistencia a la flexión en comparación con un adobe convencional.

Este hallazgo proporciona información valiosa sobre la influencia específica de la fibra de penca de tuna en la resistencia a la flexión del adobe, especialmente en el contexto de la comunidad de Corihuilca Chico. La diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la flexión entre los adobes convencionales y aquellos enriquecidos con fibra de penca de tuna sugiere que la incorporación de este material tiene un impacto significativo en la capacidad del adobe para resistir fuerzas de flexión.

#### IV. DISCUSIÓN

La revisión detallada de los estudios existentes revela un panorama integral sobre la influencia de la fibra de penca de tuna en las propiedades del adobe, consolidando un entendimiento esencial para la construcción sostenible, especialmente en regiones como Ecuador y Perú, donde el adobe desempeña un papel esencial en la arquitectura local. Una de las contribuciones destacadas proviene de Silva et al. (2020) en Ecuador, quienes identificaron la presencia de mucílago de cactus en construcciones antiguas, señalando la importancia de explorar componentes orgánicos locales para soluciones sostenibles en la construcción. Sarmiento (2023) proporciona información valiosa sobre estabilizadores de adobe, resaltando la necesidad de reintegrar métodos constructivos tradicionales. Sus hallazgos refuerzan la idea de que la combinación adecuada de suelo y aditivos puede mejorar significativamente las propiedades del adobe. Contreras (2023) y Montalvo (2023) demostraron que la inclusión de mucílago de hoja de tuna puede mejorar la resistencia y durabilidad del adobe, particularmente relevante en áreas propensas a lluvias intensas y deslizamientos, como las comunidades estudiadas. El estudio de Charaja et al. (2022) destaca la importancia de buscar alternativas ecológicas, mostrando que el adobe sostenible con mucílago de hoja de tuna exhibe resistencia superior y menor absorción, sugiriendo que la construcción con materiales locales y sostenibles puede ser una solución efectiva. Córdova (2020) se centra en el uso de goma de tallo de tuna como estabilizador del barro, evidenciando mejoras notables en resistencia y absorción. Estos resultados indican que la incorporación de componentes orgánicos puede tener un impacto positivo en las propiedades físicas del adobe. Nieto (2019) contribuye al campo al desarrollar unidades de adobe estabilizadas con mucílago de hoja de tuna, superando las propiedades del adobe convencional. Sus resultados respaldan la idea de que la estabilización con componentes orgánicos puede prolongar la vida útil de las viviendas construidas con adobe. Finalmente, Espinoza y Pacori (2023) y Fernández (2021) exploran la incorporación de lana de oveja y mucílago de nopal, respectivamente, para mejorar propiedades mecánicas y físicas. Estos estudios subrayan la diversidad de enfoques para fortalecer el adobe con materiales orgánicos locales. En resumen, estos hallazgos resaltan la relevancia de considerar la fibra de penca de tuna y otros componentes orgánicos como alternativas viables para mejorar las propiedades del

adobe, contribuyendo así a la construcción sostenible en diversos contextos geográficos y climáticos.

En consonancia con los hallazgos presentados por los estudios mencionados, nuestros propios resultados corroboran la idea de que la incorporación de fibra de penca de tuna ejerce una influencia positiva en las propiedades del adobe. Observamos mejoras significativas en términos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y durabilidad del adobe cuando se incorpora esta fibra de manera consciente en las proporciones adecuadas. En particular, destacamos que la resistencia a la compresión se incrementó notablemente, alcanzando valores que superan las normativas estándar, lo cual respalda la eficacia de la fibra de penca de tuna como estabilizador del adobe. Asimismo, la resistencia a la flexión presentó aumentos notorios, lo que indica una mayor capacidad del adobe para soportar cargas y tensiones sin comprometer su integridad estructural. Nuestros resultados también refuerzan la idea de que la durabilidad del adobe, especialmente frente a condiciones climáticas adversas como el contacto con el agua, se ve favorecida con la incorporación de fibra de penca de tuna. La capacidad mejorada de absorción del agua y la resistencia al chorro de agua señalan una mayor impermeabilidad, lo que contribuye significativamente a la longevidad y estabilidad de las estructuras de adobe.

En última instancia, estos resultados respaldan la viabilidad y eficacia de considerar prácticas sostenibles y componentes orgánicos, como la fibra de penca de tuna, en la construcción de adobe. Estamos alineados con la visión de construir de manera más resiliente y respetuosa con el medio ambiente, y confiamos en que la integración de estos hallazgos en prácticas constructivas puede ofrecer soluciones significativas a las comunidades que dependen del adobe como material fundamental en sus construcciones.

## V. CONCLUSIONES

### PRIMERA

Se evidenció que la inclusión de fibra de penca de tuna ejerce una influencia considerable en la duración del adobe al impacto del chorro de agua. Se observó una mejora significativa en comparación con el adobe convencional, que registró una profundidad de 76.5 mm. La mayor durabilidad se alcanzó con una incorporación del 9% de fibra de penca de tuna, logrando una profundidad de solo 42.0 mm.

### SEGUNDA

Se evidenció que la inclusión de fibra de penca de tuna ejerce una influencia considerable en la capacidad de absorción del agua. Se notó una mejora sustancial en comparación con el adobe convencional, que mostró una capacidad de absorción del 83.869%. Por ende, la incorporación del 9% de fibra de penca de tuna (14.138%) logra la menor capacidad de absorción en relación con la muestra estándar, al exhibir porosidad de manera continua.

### TERCERA

Se concluye que la inclusión de fibra de penca de tuna tiene un impacto sustancial en la resistencia a la compresión, resultando en un aumento considerable en comparación con los niveles establecidos por la norma E.080. Se resalta que la mayor resistencia se alcanzó con una incorporación del 9%, registrando un valor máximo de 19.60 kgf/cm<sup>2</sup>.

### CUARTA

La adición de fibra de penca de tuna aumenta significativamente la resistencia a la flexión, lo que lleva a la conclusión de que este material es muy resistente a la deformación. Se observa que la resistencia máxima se logra con una incorporación del 9% de fibra, alcanzando 1.65 kgf/cm<sup>2</sup>, cumpliendo así con los estándares establecidos por la norma E.080.



## **VI. RECOMENDACIONES**

### **PRIMERA**

Debido a que fortalece las características físicas y mecánicas del adobe, material de construcción utilizado en albañilería, se recomienda utilizar en su producción fibra de penca de tuna. Esta recomendación se basa en la evaluación de la capacidad de este polímero para disuadir la atracción de insectos hacia el adobe, planteando así un enfoque que no solo fortalece la estructura del material, sino que también contribuye a reducir el riesgo de exposición a insectos tanto para seres humanos como para animales. Este enfoque integral busca optimizar las propiedades del adobe, promoviendo no solo la durabilidad del material, sino también la seguridad y bienestar en entornos construidos.

### **SEGUNDA**

Dado el potencial de estudios futuros para descubrir las circunstancias ideales para el uso de esta fibra como aditivo del adobe tradicional, se recomienda ampliar sus aplicaciones. Principalmente, queremos maximizar nuestro rendimiento como adobe estable. Con esta nueva área de estudio, se podrá investigar con mayor profundidad el potencial de la fibra del tallo de tuna para mejorar las cualidades del adobe. Para ayudar a crear soluciones de construcción más eficientes y respetuosas con el medio ambiente, sería útil determinar las circunstancias óptimas de integración para maximizar los beneficios de la resistencia y la sostenibilidad.

### **TERCERA**

se recomienda considerar la incorporación de fibra de penca de tuna en la formulación de materiales, especialmente aquellos destinados a aplicaciones que requieren alta resistencia a la compresión. La evidencia demuestra que la incorporación de esta fibra influye de manera significativa en la mejora de la resistencia, superando los estándares establecidos por la norma E.080. Se aconseja particularmente una proporción de agregado del 9%, ya que en este punto se registró la máxima resistencia, alcanzando un valor destacado de 19.60 kgf/cm<sup>2</sup>.

#### CUARTA

Se sugiere avanzar en la investigación mediante la incorporación de fibra de penca de tuna en proporciones superiores al 9%, que fue el resultado óptimo obtenido en la presente investigación. Se propone explorar sinergias con otros estabilizantes de origen natural, como la Cabuya (Agave) como sugerido por Benites en 2017, o considerar la inclusión de viruta y caucho según la propuesta de Mantilla en 2018. Este enfoque de investigación busca alcanzar una resistencia al agua mejorada y mejorar la durabilidad del elemento constructivo. La combinación de diferentes estabilizantes naturales podría ofrecer un enfoque integral para fortalecer las propiedades del material, proporcionando así una base sólida para futuras aplicaciones en la construcción sostenible.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Avilés, F.L. & De la Cruz Arce, G. M. (2017). Estudio de estabilizadores en el adobe. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 3(1), 79-84.
- Bañón, L. (2010). Durabilidad. *Universidad de Alicante*
- Brito del Pino, J. F., Santamaría, N. M., Macas, C. A., & Tasán, D. (2021). Elaboración de adobe sostenible. *Diseño Arte Y Arquitectura*, (11), 59-79.
- Blondet, M., Vargas, J., Tarque, N., Paz, J. S., Sosa, C., & Sarmiento, J. (2015). Refuerzo sísmico de mallas de sogas sintéticas para construcciones de adobe. *In Tierra, sociedad, comunidad: 15 Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra (pp. 67-80). Universidad de Cuenca.*
- Brown, P. W., & Clifton, J. R. (1978). Adobe I: The properties of adobe. *Studies in conservation*, 23(4), 139-146.
- Cáceres, F. I. (2010). *Mejora del Adobe a Partir de su Estabilización con Material Confitillo*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Castro, M. A. (2000). *Estabilización y estandarización del adobe artesanal* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)).
- Castro, C. R. (2020). Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe, Perú 2020: una revisión de la literatura científica.
- Castro, D. (2021). *Implementación de aditivos para mejorar la absorción y la resistencia de los adobes tradicionales, en el centro poblado de pedrosa-amarilis-2021*. [Universidad Nacional Hermilio Valdizan].
- Contreras, O. (2023). *Adición de mucílago de penca de tuna para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe, Sabaino, Apurímac – 2022*. [Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo]
- Córdova, S.M. (2020). *Estabilización del adobe con goma de penca de Tuna para mejorar el comportamiento físico mecánico del barro en Lunahuaná 2020*. [Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo]
- Charaja, E., Meléndez, I. H y Quispe, D. (2022). *Adobe ecológico a base de mucílago de penca de tuna (opuntia ficus-indica) para el uso en la construcción de viviendas unifamiliares, Obrajillo, Canta, 2020*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional del Callao]

- Chutas, R. M., & Champi, L. A. (2016). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y físicas*. [Tesis pregrado, Universidad Andina del Cusco.]
- Díaz, M. G., Parada, H. P., & Alvarado, M. J. (2019). Usos del adobe en diferentes países de América Latina. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 10(2), 73-81.
- Espinoza, R.E. (2023). *Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe incorporando muclago de penca de tuna y lana de ovino, Ayacucho, 2023*. [Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo]
- Edris, F. Matalkah, B. Rbabah, A. Sbaih and R. Hailat. (20219). Characteristics of hollow compressed earth block stabilized using cement, lime, and sodium silicate. *Civil and Environmental Engineering*, vol. 17, no. 1, pp. 200-208.
- Fernández, W y Galván, D. (2019). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe incluyendo muclago de cactus, Víctor Fajardo, Ayacucho – 2021*. [Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo]
- French, A. (2016). ¿Una nueva cultura de agua?: inercia institucional y gestión tecnocrática de los recursos hídricos en el Perú. *Anthropologica*, 34(37), 61-86.
- Gama, J. E., Cruz, T., Pi, T., Alcalá, R., Cabadas, H., Jasso, C., & Vilanova, R. (2012). Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 64(2), 177-188.
- Gerencia Regional Agraria (2009) Cultivo de tuna. Recuperado de <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20TECNICO%20DE%20TUNA.pdf>.
- González, J. L., García, F. H., & Martínez, J. C. (1983). La arcilla como material cerámico. Características y comportamiento. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 8, 479-490.
- Greco, F., & Lourenço, P. B. (2021). Seismic assessment of large historic vernacular adobe buildings in the Andean Region of Peru. Learning from Casa Arones in cusco. *Journal of Building Engineering*, 40, 102341.
- Holguino, A., Olivera, L., & Escobar, K. U. (2018). Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(3), 289-300.

- Jiménez, C.A. (s.f.) *Mecánica de fluidos: viscosidad y turbulencia*. Instituto Tecnológico de Costa Rica
- Mauricio, A. C., Grieseler, R., Heller, A. R., Kelley, A. R., Rumiche, F., Sandweiss, D. H., & Viveen, W. (2021). The earliest adobe monumental architecture in the Americas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(48), e2102941118.
- Montalvo, H. J. (2023). *Diseño de adobe estabilizado con mucilago, para uso de muros en viviendas de las comunidades del distrito de Huari – 2022*. [Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo]
- Moscoso, M. S. (2010). El adobe, sus características y el confort térmico. *Transformando comunidades hacia el Desarrollo local*, 71-75.
- Nieto, L.A. (2019). *Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú*. [Tesis pregrado, Universidad peruana de ciencias aplicadas]
- Norma E.080 (2006). Adobe (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento) Recuperado de <https://centrocidart.files.wordpress.com/2013/10/norma-peruana-de-adobe.pdf> (Consulta: 21 de noviembre 2023)
- Ottazzi, G., Yep, J., Blondet, M., Villa-Garcia, G., & Ginocchio, J. (1989). Ensayos de simulación sísmica de viviendas de adobe. Seismic Simulation Tests of Adobe Houses. Research Project Financed by IDRC–Canada. *Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú*.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2017). Norma E.080 Diseño y Construcción con tierra reforzada.
- Rivera, H., Valderrama, O. M., Daza, Á. A., & Plazas, G. S. (2021). Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(1), 74-85.
- Romero, V.I. y Callasi, C.D. (2017). “Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto.
- Sánchez K. (2010). *Propuesta de aditivos naturales y microfibras de papel para reparar fisuras en muros de monumento históricos de tierra*. [Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica del Perú]”.

- Sánchez, O. A. (2012). Historia de la arquitectura I. Estado de México, México: Red Tercer Milenio.
- Sanz, E., Sáenz, C., Menéndez, I., & Pascual, C. (2009). Canteras de arcilla y empleo del adobe en Numancia. *Celtiberia*, 59(103), 395-403.
- Sarmiento, J.G. (2023). *Revisión sistémica sobre estabilizadores utilizados en adobe tradicional y adobe estabilizados. Acercamiento a la eficiencia de los materiales alternativos utilizados*. [Tesis pregrado, Universidad de Cuenca]
- Saroz, B., Rodríguez, M. A., Menéndez, J. M., & Barroso, I. J. (2008). Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara, Cuba. *Informes de la construcción*, 60(511), 41-47.
- Silva, A. V., Vázquez, C.A. & Uría, G. R. (2020). Determinación del uso del mucilago de nopal en la construcción de la época colonial (caso Convento de San Diego). *Project, Design and Management*, 2(2), 95-118.
- Silveira, D., Varum, H., Costa, A., Martins, T., Pereira, H., & Almeida, J. (2012). Mechanical properties of adobe bricks in ancient constructions. *Construction and Building Materials*, 28(1), 36-44.
- Yamín, L. E., Phillips, C., Reyes, J. C., & Ruiz, D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. Apuntes: *Revista de estudios sobre patrimonio cultural-Journal of Cultural Heritage Studies*, 20(2), 286-303.



## ANEXOS

Anexo 1: Instrumento de recolección de la información

### **FORMATO DE REGISTRO DE DATOS 1**

#### **ENSAYO DE DURABILIDAD DEL ADOBE AL CHORRO DE AGUA**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILLCA CHICO, AYACUCHO, 2023

**Ubicación:**

Lugar : Comunidad Corihuillca Chico Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho Región : Ayacucho

Elaborado por: Misael Edgar Villaverde Gutierrez

N° Muestra	PRESIÓN (PSI)	TIEMPO (s)	DISTANCIA (cm)	PROFUNDIDAD (mm)	PROMEDIO (mm)

## **FORMATO DE REGISTRO DE DATOS 2**

### **ENSAYO DE ABSORCION DEL ADOBE**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILLCA CHICO, AYACUCHO, 2023

**Ubicación:**

Lugar : Comunidad Corihuillca Chico                      Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho    Región : Ayacucho

Elaborado por: Misael Edgar Villaverde Gutierrez

<b>N° MUESTRA</b>	<b>TIEMPO DE SECADO</b>	<b>PESO SECO (gr)</b>	<b>24 H.I, PESO SECO (gr)</b>	<b>%ABS</b>	<b>%ABS PROMEDIO</b>

**FORMATO DE REGISTRO DE DATOS 3**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILLCA CHICO, AYACUCHO, 2023

**Ubicación:**

Lugar : Comunidad Corihuilca Chico      Provincia : Huamanga  
 Distrito : Ayacucho      Región : Ayacucho

Elaborado por: Misael Edgar Villaverde Gutierrez

MUESTRA	LARGO (mm)			ANCHO (mm)			ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA		F'b (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO F'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L Prom	A1	A2	A Prom		KN	Kg		

**FORMATO DE REGISTRO DE DATOS 4**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN**

**PROYECTO:** INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILLCA CHICO, AYACUCHO, 2023

**Ubicación:**

Lugar : Comunidad Corihuilca Chico      Provincia : Huamanga  
 Distrito : Ayacucho      Región : Ayacucho

Elaborado por: Misael Edgar Villaverde Gutierrez

Muestra	CARGA MÁXIMA		L	ANCHO			ALTURA			Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
	kgf	Prom. kgf		B1	B2	B Prom	H1	H2	H Prom	

Anexo 2: Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Independiente:</b> Fibra de penca de tuna	La fibra de penca de tuna se refiere a las fibras naturales extraídas de las hojas o pencas de la planta de tuna, también conocida como nopal o cactus. Conceptualmente, estas fibras se caracterizan por su resistencia, flexibilidad y otras propiedades físicas inherentes a la composición de la planta. Este material encuentra su origen en regiones áridas y semidesérticas, donde la planta de tuna es comúnmente cultivada.	La fibra de penca de tuna se obtiene mediante un proceso que implica la extracción manual de las fibras de las hojas de la planta. Este proceso puede incluir pasos adicionales como el lavado, secado y tratamientos químicos suaves para mejorar las propiedades de las fibras.	Dosificaciones	3% 6% 9%	
<b>Dependiente:</b> Propiedades del adobe	Las propiedades del adobe se conceptualizan como las características intrínsecas que definen la composición y el comportamiento del material de construcción conocido como adobe. Estas propiedades abarcan aspectos como su resistencia, capacidad de carga, conductividad térmica, durabilidad y capacidad de aislamiento. Conceptualmente, las propiedades del adobe influyen en su desempeño estructural y térmico, así como en su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y ambientales.	Las propiedades del adobe se definen mediante parámetros medibles y pruebas específicas. Esto implica la evaluación de su resistencia a través de pruebas de compresión, la medición de su conductividad térmica, la estimación de su capacidad de carga, y la determinación de su durabilidad mediante análisis de resistencia al agua y a la intemperie.	Propiedades físicas	Chorro de agua (psi-mm)  Absorción (%)  Compresión (kgf/cm2)  Flexion (kgf/cm2)	Razón-intervalo

Anexo 3: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p><b>Problema principal</b> ¿Cómo influye la fibra de penca de tuna en las propiedades del adobe en la comunidad de Corihuilla Chico, Ayacucho 2023?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> ¿Cómo influye la fibra de penca de tuna en la durabilidad del adobe al chorro de agua en la comunidad de Corihuilla Chico, Ayacucho 2023? ¿Cómo influye la fibra de penca de tuna en la capacidad de absorción de agua del adobe en la comunidad de Corihuilla Chico, Ayacucho 2023? ¿Cómo influye la fibra de penca de tuna en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del adobe en la comunidad de Corihuilla Chico, Ayacucho 2023?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la influencia de la fibra de penca de tuna en las propiedades del adobe en la comunidad de Corihuilla Chico, Ayacucho 2023</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Determinar la influencia de la fibra de penca de tuna en la durabilidad del adobe al chorro de agua en la comunidad de Corihuilla Chico, Ayacucho 2023 Determinar la influencia de la fibra de penca de tuna en la capacidad de absorción de agua en el adobe en la comunidad de Corihuilla Chico, Ayacucho 2023 Determinar la influencia de la fibra de penca de tuna en el mejoramiento de la resistencia a la compresión del adobe en la comunidad de Corihuilla Chico, Ayacucho 2023</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en el mejoramiento de las propiedades del adobe en la comunidad de Corihuilla Chico, Ayacucho 2023</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en la durabilidad del adobe al chorro de agua en la comunidad de Corihuilla Chico, Ayacucho 2023 La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en la capacidad de absorción de agua en el adobe en la comunidad de Corihuilla Chico, Ayacucho 2023 La incorporación de la fibra de penca de tuna influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe en la comunidad de Corihuilla Chico, Ayacucho 2023</p>	<p><b>VARIABLES INDEPENDIENTE:</b> Fibra de penca de tuna</p> <p><b>Indicadores:</b> - Dosificaciones de 10%, 30% y 50%</p> <p><b>DEPENDIENTES:</b> Propiedades físicas y mecánicas</p> <p><b>Indicadores:</b> - Chorro de agua (psi-mm) - Absorción (%) - Compresión (kgf/cm2) - Flexión (kgf/cm2)</p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicativo <b>Enfoque:</b> cuantitativo <b>Diseño:</b> experimental <b>Nivel:</b> explicativo <b>Población:</b> 64 unidades de adobe <b>Muestra:</b> 12 unidades de adobe <b>Muestreo:</b> no probabilístico <b>Técnicas:</b> observación directa <b>Instrumento:</b> ficha técnica de datos"</p>



Anexo 4: Panel fotográfico



Fotografía 1: Comunidad de Corihuilca Chico



Fotografía 2: Recojo y limpieza de la penca de tuna



Fotografía 3: Extracción de la fibra de penca de tuna



Fotografía 5: Recojo de todos los insumos para la elaboracion del adobe



Fotografía 6: Materiales e insumos que se utilizaran en la elaboracion del adobe





Fotografía 7:



Fotografía 8: Mezclado de la tierra, fibra de penca, y paja



Fotografía 9: Llenado de la mezcla al molde del adobe





Fotografia 10: ‘Obtencion del adobe satisfactoriamente’

Anexo 5: Ensayo de laboratorio



**ENSAYOS ESTANDARES DE CLASIFICACION**  
(ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILCA CHICO, AYACUCHO

**Ubicación** : Ayacucho - Huamanga - Ayacucho

**Lugar** : Com. Corihuilca Chico

**Solicitante** : Bach. Misael E. Villaverde Gutierrez

**Fecha de reporte** : 25/10/2023

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

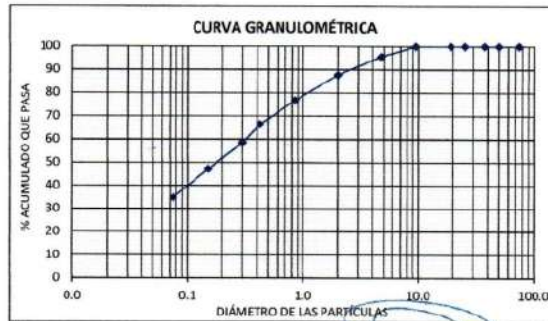
Lugar de ensayo : Laboratorio INGEOTECON

Fecha de recepción : 23/10/2023

**DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO**

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADO	
		(gr)	(%)	Retenido	Pasante
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	26.89	4.36	4.36	95.64
N° 10	2.000	49.10	7.97	12.33	87.67
N° 20	0.850	67.80	11.00	23.34	76.66
N° 40	0.425	62.60	10.16	33.50	66.50
N° 50	0.300	48.60	7.89	41.38	58.62
N° 100	0.150	69.78	11.32	52.71	47.29
N° 200	0.075	76.40	12.40	65.11	34.89
FONDO	0.000	17.60	2.86	67.96	32.04
LAVADO	0.00	197.40	32.04	100.00	0.00

**GRAFICA DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



**INGEOTECON E.I.R.L.**  
Sistema Autorizado PUC  
**VICTOR PORTAL OLICARRA**  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 71239

**OBSERVACIONES:**

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, lugar.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- Los resultados reportados en el presente informe de ensayo son aplicables a la muestra de acuerdo a las condiciones en que se recibió. El muestreo y entrega de la muestra en las instalaciones de INGEOTECON son responsabilidad del solicitante.
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como conformidad de requisitos de normas o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.
- El informe del ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo podrá reproducirse en su totalidad previa autorización del cliente.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILCA CHICO, AYACUCHO  
**Ubicación** : Ayacucho - Huamanga - Ayacucho **Lugar** : Com. Corihuilca Chico  
**Solicitante** : Bach. Misael E. Villaverde Gutierrez **Fecha de reporte** : 25/10/2023

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

**Lugar de ensayo**: Laboratorio INGEOTECON **Fecha de recepción**: 23/10/2023

**DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO**

**PROPIEDADES FISICAS**

CONTENIDO DE HUMEDAD	3.77	D10	=	0.050
LIMITE LIQUIDO	47.23	D30	=	0.050
LIMITE PLASTICO	31.28	D60	=	0.318
INDICE DE PLASTICIDAD	15.95			
LIMITE DE CONTRACCION		Cu	=	6.000
FINOS (%)	34.85	Cc	=	0.000
CLASIFICACION (SUJCS)	SM			
CLASIFICACION (AASTHO)	A-2-7 (1)			
NOMBRE DEL GRUPO : Grava y arenas limosas y arcillosas				



INGEOTECON E.I.R.L.  
 Informe Autorizado Por  
 VICTOR PORTAL QUICASA  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIB-1171236

**OBSERVACIONES:**

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, lugar.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- Los resultados reportados en el presente informe de ensayo son aplicables a la muestra de acuerdo a las condiciones en que se recibió. El muestreo y entrega de la muestra en las instalaciones de INGEOTECON son responsabilidad del solicitante.
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como conformidad de requisitos de normas o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.
- El informe del ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo podrá reproducirse en su totalidad previa autorización del cliente.

**ENSAYO NO NORMALIZADO "DURABILIDAD DEL ADOBE AL CHORRO DE AGUA"**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILCA CHICO, AYACUCHO  
**Ubicación** : Ayacucho - Huamanga - Ayacucho **Lugar** : Com. Corihuilca Chico  
**Solicitante** : Bach. Misael E. Villaverde Gutierrez **Fecha de reporte** : 25/10/2023

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

Lugar de ensayo: Laboratorio INGEOTECON Fecha de recepción: 23/10/2023

**DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO**

**ESPÉCIMEN: (Muestra patrón) 0%**

ESPÉCIMEN	Presión (psi)	Tiempo (s)	Distancia (cm)	Hondura (mm)	PROMEDIO (mm)
M1	400	60	30	77.3	76.5
M2				76.3	
M3				75.4	
M4				77	

**ESPÉCIMEN: (Adición de 3% de fibra de penca de tuna)**

ESPÉCIMEN	Presión (psi)	Tiempo (s)	Distancia (cm)	Hondura (mm)	PROMEDIO (mm)
M1	400	60	30	67	63.5
M2				62	
M3				58	
M4				67	

**ESPÉCIMEN: (Adición de 6% de fibra de penca de tuna)**

ESPÉCIMEN	Presión (psi)	Tiempo (s)	Distancia (cm)	Hondura (mm)	PROMEDIO (mm)
M1	400	60	30	56.3	56.7
M2				57.1	
M3				56.4	
M4				57	



**OBSERVACIONES:**

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, lugar.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- Los resultados reportados en el presente informe de ensayo son aplicables a la muestra de acuerdo a las condiciones en que se recibió. El muestreo y entrega de la muestra en las instalaciones de INGEOTECON son responsabilidad del solicitante.
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como conformidad de requisitos de normas o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.
- El informe del ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo podrá reproducirse en su totalidad previa autorización del cliente.

**ENSAYO NO NORMALIZADO "DURABILIDAD DEL ADOBE AL CHORRO DE AGUA"**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILCA CHICO, AYACUCHO

**Ubicación** : Ayacucho - Huamanga - Ayacucho

**Lugar** : Com. Corihuilca Chico

**Solicitante** : Bach. Misael E. Villaverde Gutierrez

**Fecha de reporte** : 25/10/2023

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

**Lugar de ensayo** : Laboratorio INGEOTECON

**Fecha de recepción** : 23/10/2023

**DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO**

ESPÉCIMEN: (Adición de 9% de fibra de penca de tuna)					
ESPÉCIMEN	Presión (psi)	Tiempo (s)	Distancia (cm)	Hondura (mm)	PROMEDIO (mm)
M1	400	60	30	43.5	42
M2				41.3	
M3				42.5	
M4				40.7	



**INGEOTECON E.I.R.L.**  
Informe Autorizado Por:  
**VICTOR PORTAL OLIVERA**  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 71239

**OBSERVACIONES:**

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, lugar.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- Los resultados reportados en el presente informe de ensayo son aplicables a la muestra de acuerdo a las condiciones en que se recibió. El muestreo y entrega de la muestra en las instalaciones de INGEOTECON son responsabilidad del solicitante.
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como conformidad de requisitos de normas o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.
- El informe del ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo podrá reproducirse en su totalidad previa autorización del cliente.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILCA CHICO, AYACUCHO

**Ubicación** : Ayacucho - Huamanga - Ayacucho

**Lugar** : Com. Corihuilca Chico

**Solicitante** : Bach. Misael E. Villaverde Gutierrez

**Fecha de reporte** : 25/10/2023

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

**Lugar de ensayo** : Laboratorio INGEOTECÓN

**Fecha de recepción** : 23/10/2023

**DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO**

ESPÉCIMEN: (Muestra patrón) 0%						
ESPÉCIMEN	Carga Máxima		L (cm)	b (cm)	h (cm)	Mr Promedio (Kgf/cm <sup>2</sup> )
	(Kgf)	KN				
M1	115	1.13	40.0	25.0	18.0	0.785
M2	114	1.12	40.0	25.0	17.9	
M3	115	1.13	40.0	24.9	17.8	
M4	116	1.14	39.9	25.0	18.0	

ESPÉCIMEN: (Adición de 3% de fibra de penca de tuna)						
ESPÉCIMEN	Carga Máxima		L (cm)	b (cm)	h (cm)	Mr Promedio (Kgf/cm <sup>2</sup> )
	(Kgf)	KN				
M1	140	1.37	40.0	25.0	17.9	1.202
M2	141	1.38	39.9	25.0	18.0	
M3	142	1.39	40.0	24.9	18.0	
M4	141	1.38	40.0	25.0	17.8	

ESPÉCIMEN: (Adición de 6% de fibra de penca de tuna)						
ESPÉCIMEN	Carga Máxima		L (cm)	b (cm)	h (cm)	Mr Promedio (Kgf/cm <sup>2</sup> )
	(Kgf)	KN				
M1	175	1.72	40.0	24.9	18.0	1.353
M2	178	1.75	40.0	25.0	18.0	
M3	175	1.72	39.9	25.0	17.9	
M4	174	1.70	40.0	25.0	18.0	



**OBSERVACIONES:**

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, lugar.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECÓN.
- Los resultados reportados en el presente informe de ensayo son aplicables a la muestra de acuerdo a las condiciones en que se recibió. El muestreo y entrega de la muestra en las instalaciones de INGEOTECÓN son responsabilidad del solicitante.
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como conformidad de requisitos de normas o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.
- El informe del ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo podrá reproducirse en su totalidad previa autorización del cliente.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE**

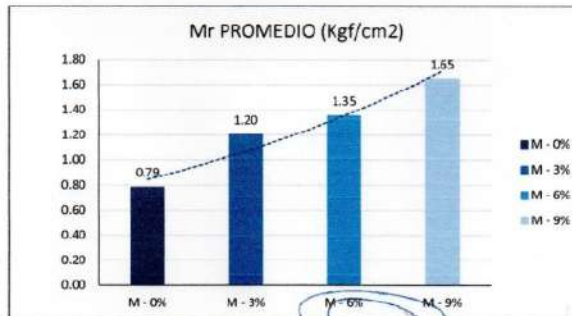
**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILCA CHICO, AYACUCHO  
**Ubicación** : Ayacucho - Huamanga - Ayacucho **Lugar** : Com. Corihuilca Chico  
**Solicitante** : Bach. Misael E. Villaverde Gutierrez **Fecha de reporte** : 25/10/2023

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

**Lugar de ensayo** : Laboratorio INGEOTECON **Fecha de recepción** : 23/10/2023

**DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO**

ESPÉCIMEN: (Adición de 9% de fibra de penca de tuna)						
ESPÉCIMEN	Carga Máxima		L (cm)	b (cm)	h (cm)	Mr Promedio (Kgf/cm <sup>2</sup> )
	(Kgf)	KN				
M1	201	1.97	40.0	25.0	17.8	1.650
M2	200	1.96	40.0	24.8	18.0	
M3	199	1.95	39.8	24.9	18.0	
M4	204	2.00	39.9	25.0	17.9	



INGEOTECON E.I.R.L.  
 VICTOR PORTAL QUIGUANA  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIB-N° 73239

**OBSERVACIONES:**

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, lugar.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- Los resultados reportados en el presente informe de ensayo son aplicables a la muestra de acuerdo a las condiciones en que se recibió. El muestreo y entrega de la muestra en las instalaciones de INGEOTECON son responsabilidad del solicitante.
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como conformidad de requisitos de normas o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.
- El informe del ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo podrá reproducirse en su totalidad previa autorización del cliente.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILICA CHICO, AYACUCHO

**Ubicación** : Ayacucho - Huamanga - Ayacucho

**Lugar** : Com. Corihuilca Chico

**Solicitante** : Bach. Misael E. Villaverde Gutierrez

**Fecha de reporte** : 25/10/2023

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

**Lugar de ensayo** : Laboratorio INGEOTECON

**Fecha de recepción** : 23/10/2023

**DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO**

**ESPÉCIMEN: (Muestra patrón) 0%**

ESPÉCIMEN	Área (cm)		Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima		fb (kgf/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar	Coeficiente Variación	Prom. f' b (kgf/cm <sup>2</sup> )
	L	A		KN	Pu (kgf)				
M1	40.0	25.0	1000.0	97.30	9922.0	9.92	0.022	0.002	9.89
M2	40.0	25.0	1000.0	97.10	9901.0	9.90			
M3	40.0	25.0	1000.0	96.90	9881.0	9.88			
M4	40.0	25.0	1000.0	96.80	9870.0	9.87			

**ESPÉCIMEN: (Adición de 3% de fibra de penca de tuna)**

ESPÉCIMEN	Área (cm)		Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima		fb (kgf/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar	Coeficiente Variación	Prom. f' b (kgf/cm <sup>2</sup> )
	L	A		KN	Pu (kgf)				
M1	40.1	25.0	1002.5	118.5	12084.0	12.05	0.057	0.004	12.13
M2	39.8	24.8	987.0	117.9	12022.0	12.18			
M3	39.9	25.1	1001.5	119.2	12155.0	12.14			
M4	40.0	24.9	996.0	118.8	12114.0	12.16			

**ESPÉCIMEN: (Adición de 6% de fibra de penca de tuna)**

ESPÉCIMEN	Área (cm)		Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima		fb (kgf/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar	Coeficiente Variación	Prom. f' b (kgf/cm <sup>2</sup> )
	L	A		KN	Pu (kgf)				
M1	40.0	24.9	996.0	153.5	15653.0	15.72	0.029	0.001	15.75
M2	39.9	25.1	1001.5	155.1	15816.0	15.79			
M3	40.1	25.0	1002.5	154.8	15785.0	15.74			
M4	40.0	25.1	1004.0	155.1	15816.0	15.75			



Informe Autorizado Por:  
VICTOR PORTAL OLIVERA  
JEFE DE LABORATORIO

**OBSERVACIONES:**

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, muestra, solicitante, lugar.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- Los resultados reportados en el presente informe de ensayo son aplicables a la muestra de acuerdo a las condiciones en que se recibió. El muestreo y entrega de la muestra en las instalaciones de INGEOTECON son responsabilidad del solicitante.
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como conformidad de requisitos de normas o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.
- El informe del ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo podrá reproducirse en su totalidad previa autorización del cliente.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE**

**Proyecto** : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE PENCA DE TUNA EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE EN LA COMUNIDAD DE CORIHUILCA CHICO, AYACUCHO

**Ubicación** : Ayacucho - Huamanga - Ayacucho

**Lugar** : Com. Corihuilca Chico

**Solicitante** : Bach. Misael E. Villaverde Gutierrez

**Fecha de reporte** : 25/10/2023

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

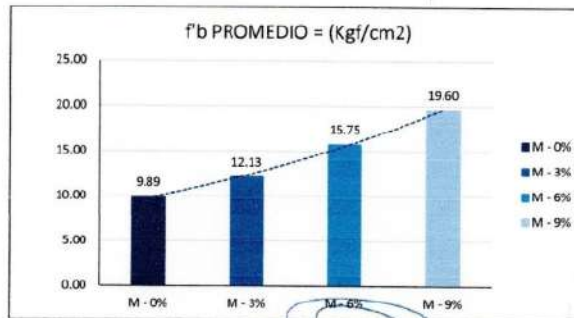
**Lugar de ensayo** : Laboratorio INGEOTECON

**Fecha de recepción** : 23/10/2023

**DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO**

**ESPÉCIMEN: (Adición de 9% de fibra de penca de tuna)**

ESPÉCIMEN	Área (cm)		Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima		fb (kgf/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar	Coeficiente Variación	Prom. f'b (kgf/cm <sup>2</sup> )
	L	A		KN	P <sub>u</sub> (kgf)				
M1	39.9	25.0	997.5	191.5	19528	19.57	0.109	0.006	19.60
M2	40.0	24.9	996.0	192.4	19619	19.69			
M3	40.0	25.0	1000.0	190.9	19466	19.47			
M4	39.9	25.0	997.5	192.8	19660	19.7			



**INGEOTECON E.I.R.L.**  
Informe Autorizado por  
**VICTOR PORTAL CHICARA**  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 71239

**OBSERVACIONES:**

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, lugar.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- Los resultados reportados en el presente informe de ensayo son aplicables a la muestra de acuerdo a las condiciones en que se recibió. El muestreo y entrega de la muestra en las instalaciones de INGEOTECON son responsabilidad del solicitante.
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como conformidad de requisitos de normas o como certificado del sistema de gestión de la calidad de la entidad que lo produce.
- El informe del ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo podrá reproducirse en su totalidad previa autorización del cliente.

# INFORME DE TESIS - VILLAVERDE GUTIERREZ

## INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://repositorio.uct.edu.pe">repositorio.uct.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	<1%
7	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

10	<a href="https://edoc.pub">edoc.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1 %
12	<a href="https://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Instituto Tecnológico de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
14	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
15	<a href="https://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="https://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="https://ria.utn.edu.ar">ria.utn.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="https://redeterrabrasil.net.br">redeterrabrasil.net.br</a> Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %

21	<a href="https://repositorio.upa.edu.pe">repositorio.upa.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to indoamerica Trabajo del estudiante	<1 %
25	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="https://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="https://riUNET.upv.es">riUNET.upv.es</a> Fuente de Internet	<1 %
28	PROINTO INGENIEROS S.A.C.. "DIA del Proyecto Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para la Ciudad de Chiquián, Provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash-IGA0003854", R.D. N° 276-2015/DSB/DIGESA/SA, 2021 Publicación	<1 %
29	<a href="https://de.slideshare.net">de.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %

30	<a href="http://reliefweb.int">reliefweb.int</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://repositorio.una.ac.cr">repositorio.una.ac.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://repositorio.xoc.uam.mx">repositorio.xoc.uam.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo