



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Incorporación de fibras naturales en las propiedades físicas y mecánicas  
del adobe

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
Bachiller en Ingeniería Civil**

**AUTORES:**

Chumbile Calle, Saul ([orcid.org/0000-0001-9687-5335](https://orcid.org/0000-0001-9687-5335))  
Jayo Choque, Felix Benjamin ([orcid.org/0000-0002-1161-1865](https://orcid.org/0000-0002-1161-1865))

**ASESOR:**

Mg. Heredia Benavides, Raul ([orcid.org/0000-0001-5408-5706](https://orcid.org/0000-0001-5408-5706))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de autenticidad del asesor**

Yo, HEREDIA BENAVIDES RAUL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC- LIMA ATE, asesor de Trabajo de Investigación titulado: "Incorporación de Fibras Naturales en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe", cuyos autores son CHUMBILE CALLE SAUL, JAYO CHOQUE FELIX BENJAMIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 4%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 07 de Agosto del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
HEREDIA BENAVIDES RAUL <b>DNI:</b> 45822843 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5408-5706	Firmado electrónicamente por: RHEREDIAB el 07- 08-2024 22:32:19

Código documento Trilce: TRI - 0854067



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de originalidad de los autores**

Nosotros, CHUMBILE CALLE SAUL, JAYO CHOQUE FELIX BENJAMIN estudiantes de la de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC- LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Incorporación de Fibras Naturales en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
JAYO CHOQUE FELIX BENJAMIN <b>DNI:</b> 28288979 <b>ORCID:</b> 0000-0002-1161-1865	Firmado electrónicamente por: FJAYOC el 20-09-2024 16:55:01
CHUMBILE CALLE SAUL <b>DNI:</b> 40753462 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9687-5335	Firmado electrónicamente por: CCHUMBILECA el 01- 10-2024 20:17:47

Código documento Trilce: INV - 1783311

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	ii
Declaratoria de originalidad de los autores .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Resumen .....	v
Abstract .....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA .....	7
III. RESULTADOS.....	9
IV. CONCLUSIONES.....	22
REFERENCIAS .....	23
ANEXOS.....	31

## Resumen

Esta investigación se alinea estrechamente con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) N° 11, "Ciudades y comunidades sostenibles", que promueve ciudades accesibles, seguras y sostenibles, así mismo el análisis cubre varios avances y enfoques sobre el adobe en los últimos cinco años, como la incorporación de fibras naturales como ichu, palmera datilera, bambú y hojas de palma ha demostrado mejorar significativamente las propiedades del adobe, destacando la importancia de seleccionar con precisión el tipo, porcentaje y longitud de las fibras para cumplir con estándares normativos. Además, se enfatiza la influencia crucial de variables como las propiedades físicas y mecánicas del adobe, incluyendo resistencia a la compresión, flexión, dureza, porosidad, permeabilidad, densidad y absorción, estas variables son evaluadas para determinar el rendimiento estructural del material y su durabilidad, también se exploran teorías como la de materiales compuestos, la fractura de materiales, la adherencia de elementos y la sostenibilidad, el cual es de importancia para adoptar técnicas modernas como tradicionales y minimizar el impacto ambiental y finalmente, se identifican indicadores clave como la resistencia a la compresión, la resistencia axial en pilares y mampostería, así como la resistencia diagonal en muros, fundamentales para la evaluación y mejora de la capacidad estructural del adobe.

**Palabras clave:** fibras, naturales, resistencia, propiedades, adobe y teorías.

## **Abstract**

This research is closely aligned with Sustainable Development Goal (SDG) No. 11, "Sustainable Cities and Communities", which promotes accessible, safe and sustainable cities, and the analysis covers various advances and approaches on adobe in the last five years, as the incorporation of natural fibers such as ichu, date palm, bamboo and palm leaves has been shown to significantly improve the properties of adobe, highlighting the importance of accurately selecting the type, percentage and length of fibers to meet regulatory standards. In addition, the crucial influence of variables such as the physical and mechanical properties of adobe, including compressive strength, flexural strength, hardness, porosity, permeability, density and absorption, is emphasized. These variables are evaluated to determine the structural performance of the material and its durability, theories such as composite materials, the fracture of materials, the adhesion of elements and sustainability are also explored, which is important to adopt modern as well as traditional techniques and minimize the environmental impact and finally, key indicators such as resistance are identified compression, axial resistance in pillars and masonry, as well as diagonal resistance in walls, fundamental for the evaluation and improvement of the structural capacity of adobe.

**Keywords:** fibers, natural, strength, properties, adobe and theories.

## I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional, Pinheiro y Araújo (2020) exhibieron que el adobe comenzó a usarse como material estructural alrededor de los años 70 para abordar la preocupación de mejorar la calidad de vida, este material está compuesto principalmente de arcilla y se fabrica mediante un moldeado en el que se incorporan las arcillas, posteriormente se deja a temperatura ambiente para su curado (p. 1). Así mismo Jannat (2021) en su indagación realizado en Sharjah, se mencionó que las particularidades físicas y mecánicas del adobe se vieron afectadas debido a la producción manual del elemento, durante el proceso de producción se observó un curado irregular que provocó problemas como fisuras por contracción en el proceso final de secado, donde estas causas adversas impactaron absolutamente en el esfuerzo a cargas externas y consecuentemente, comprometieron la permanencia de los elementos edificadas con adobe (p. 3). Por otro lado, Oyebanji et al. (2021) en su indagación efectuado en Nigeria, se señaló que los muros edificados con adobes experimentaron dificultades como las fisura, este fenómeno se atribuyó a la acumulación de humedad en las capas externas del adobe, que con el tiempo alteró sus propiedades físicas y generó poros, donde permitieron la penetración de sustancias químicas que contribuyeron al desgaste del adobe. A pesar de los esfuerzos de múltiples proyectos iniciados por entidades dedicadas a mejorar la producción de materiales de construcción, los problemas identificados no han sido completamente resueltos (p. 8).

Por otro lado, Viera, Gallegos y Venegas (2023) en el estudio realizado en Ecuador, ciudad de Riobamba, se observaron fallos mecánicos en los adobes debido al proceso de curado, estas deficiencias mecánicas surgieron durante la producción, específicamente en la fase de secado, donde se registraron problemas por temperaturas inadecuadas o tiempos de secado insuficientes en comparación con los requerimientos óptimos, como resultado el elemento no pudo conseguir las cualidades mecánicas suficientes, lo que provocó grietas y daños en los tabiques construidos con adobe (p. 2). También Khaksar, Niroumand y Afsharpour (2023) en su indagación ejecutado en la localidad de Teherán se observó que, aunque algunos muros de adobe tienen dificultades para aguantar esfuerzos de compresión donde las causas de los problemas se deben exclusivamente al adobe, donde uno de los problemas más frecuentes es el movimiento del suelo causado por maquinaria de

construcción utilizada en edificaciones cercanas, estos movimientos inducen grietas en varias partes de los muros debido a los esfuerzos de flexión y tracción generados por dichos movimientos (p. 11). Finalmente, Rivera, et al. (2020) en su indagación realizada en Colombia, se mencionó que las deficiencias mecánicas del adobe pueden atribuirse a varias causas, una de ellas es el uso de arcilla demasiado plástica y altas concentraciones de óxido de cal, lo cual provoca que las piezas de adobe aumenten de tamaño y dañen las demás piezas, así mismo se identificaron problemas debido a una preparación y moldeo deficientes del adobe, donde también se destacó que los problemas en las paredes de adobe fueron ocasionados por esfuerzos estructurales derivados de una etapa de elaboración deficiente de las estructuras (p. 5).

De igual modo Lemonnier y Arnauld (2022) en la indagación realizada en Joyanca, Peten, en Guatemala, se informó que según los informes de los habitantes de residencias afectadas por inconvenientes como las fisuras en las paredes de adobe que se atribuyeron principalmente a dificultades durante las etapas de diseño y construcción, donde también se mencionó la disgregación causada por factores como la humedad y las cargas que soportan los elementos. Por tanto, se enfatizó la calidad de llevar a cabo indagaciones técnicas y constructivas apropiados para la construcción de viviendas (p. 4).

Por otra parte se exhibió en el ámbito nacional a Aronés (2021) en la indagación en zonas rurales del Perú, se observaron patologías en los adobes que en algunos casos se debieron únicamente a problemas estructurales, donde se realizaron estudios detallados en viviendas donde muchos residencias construidos de adobe tenían tabiques inservibles, también se concluyó que las deficiencias mecánicas surgieron por una mezcla mal dosificada y tensiones estructurales inadecuadas, lo cual resultó en grietas y planteó el riesgo de colapso de las viviendas en la zona, donde además, se identificó que la apariencia de humedad adherida en las paredes de adobe contribuyó a su degradación. (p. 2). Por otro lado, Trujillo, Chávez Torres (2019) en su estudio llevado a cabo en las zonas rurales, se destacó la viabilidad de utilizar filamentos vegetales compuestas por células altamente resistentes, donde surgió debido a las deficiencias observadas en los muros de adobe de las viviendas locales, como grietas provocadas por problemas de humedad excesiva, que condujeron al deterioro gradual de estas estructuras con el paso de la época (p. 5). En concordancia

a lo mencionado Peña, Sifuentes y Yarasca (2022) en su investigación realizada en Lima, utilizaron fibras vegetales en la fabricación de un material, con el cual lograron mejorar significativamente las cualidades mecánicas, igualmente mencionaron que los filamentos naturales suministraron una notable adaptabilidad para soportar cargas y prevenir la generación de daños (p. 6).

En el marco de la adición de filamentos naturales en el adobe, esta indagación guarda una estrecha correlación con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) N° 11, "Ciudades y comunidades sostenibles", busca hacer que las ciudades y comunidades sean accesibles, seguras y sostenibles, es por ello que el estudio se centra en incorporar fibras naturales a la mezcla del adobe con la finalidad de mejorar las cualidades de las construcciones, haciéndolas más respetuosas con el medio ambiente, puesto que al explorar el uso de estos materiales alternativos y sostenibles, la investigación contribuye a fomentar prácticas constructivas más eficientes y ecológicas. Adicionalmente se aplicó el (ODS) "Acción por el clima", donde la inclusión de estas fibras en la producción de adobe no solo puede mejorar propiedades como la resistencia y durabilidad, sino que también permite reducir los desechos producidos por el sector de la construcción y beneficia al medio ambiente.

Además, se plantearon las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son los antecedentes empleados en la investigación? ¿Cuáles son las descripciones de las variables empleadas? ¿Cuáles teorías se vinculan con las variables de estudio? y ¿Cuáles indicadores se han formulado con mayor regularidad?

También se establecieron los objetivos, los cuales incluyen: identificar antecedentes de los últimos cinco años, determinar las descripciones más frecuentemente utilizadas de las variables de estudio en los artículos publicados, identificar las teorías relacionadas con las variables de estudio, y determinar los indicadores más utilizados en los artículos publicados.

Por consiguiente, se consideraron las siguiente la **teoría de las mezclas arcillosas** donde la humanidad ha empleado la mezcla de arcilla desde la antigüedad, se sabe que los primeros habitantes del mundo empleaban este material para la producción de herramientas, utensilios y esculturas, como lo hicieron civilizaciones pasadas como la egipcia y por otra parte la mesopotámica apreciaban enormemente la arcilla, utilizándola para crear objetos de cerámica y adobes, en la edad media, la arcilla se

popularizó como material de construcción para castillos, fortalezas y viviendas, debido a su resistencia y durabilidad comparadas con la madera, durante el Renacimiento, se empleó ampliamente en la creación de esculturas y obras de arte detalladas, también en la actualidad, la arcilla sigue siendo fundamental en la realización de los proyectos, fundamentalmente en la producción de adobes y tejas (Pinheiro y Araújo, 2020)

**Teoría de la manejabilidad de los materiales arcillosos** desde su descubrimiento hace aproximadamente 27,000 años durante el paleolítico superior, la arcilla ha sido reconocida por su maleabilidad, en la Grecia antigua, fue ampliamente empleado en la fabricación de cerámica y esculturas, siendo notable por sus innovaciones como la introducción del torno de alfarero y métodos decorativos con pintura. Además, durante la Edad Media, la arcilla se volvió crucial en la construcción de castillos y viviendas, además de ser empleada por alfareros para fabricar utensilios cotidianos. Por otro lado en el renacimiento, artistas como Miguel Ángel y también el conocido Leonardo da Vinci la utilizaron ampliamente en esculturas y otras obras, explorando nuevas técnicas para modelarla y texturizarla. Por otra parte, actualmente la arcilla continúa siendo fundamental en las industrias cerámica y de las obras de edificaciones, siendo empleada en la producción de ladrillos de adobe, tejas, tuberías y otros productos, donde continúa siendo popular en proyectos artísticos y manualidades en el hogar, siendo una elección frecuente entre artistas contemporáneos para sus creaciones (Jannat, 2021).

**Teoría de la consolidación de la mezcla sólida y líquida** La consolidación se refiere al proceso en el cual ciertos materiales de construcción, como suelos y arcillas porosos, experimentan deformación a causa de fuerzas externas como la carga de edificaciones o la presión del agua subterránea, este fenómeno ocurre porque estos materiales tienen poros internos que pueden contener aire o agua. Cuando se aplican fuerzas externas sobre estos elementos, los espacios porosos se comprimen y pueden liberar aire o agua, conforme los poros se reducen en tamaño, el material se comprime, lo que lleva a una reducción de volumen y un incremento en la densidad con el paso del tiempo. Además, se explica la etapa de compactado que afecta el esfuerzo y durabilidad de los elementos de construcción, Se utiliza para prever el comportamiento de los terrenos y otros materiales permeables sobre diversas cargas y circunstancias, así como para diseñar elementos estructurales y cimientos

adecuados que puedan manejar estas cargas de manera eficiente (Khaksar, Niroumand y Afsharpour, 2023).

**Teoría de la formación de la arcilla** En épocas antiguas, se edificaban grandiosas edificaciones residenciales, museos y otros edificios empleando arcilla, un material de construcción ampliamente utilizado, donde las arcillas se forman principalmente por la descomposición química de material sedimentarias que presentan silicatos de aluminio hidratado, originadas a partir de la desintegración de rocas que poseen feldespato., un grupo de aluminosilicatos que pueden incluir sodio, potasio y calcio en diferentes proporciones. Estos minerales son abundantemente encontrados en la corteza terrestre y se desintegran en partículas que tienen un tamaño que varía entre 0,0039 mm y 0,075 mm, estos materiales sumamente resistentes que han existido en diversas formas y tipos a lo largo de la historia, han sido ampliamente utilizados debido a su probada durabilidad. Por otra parte, en la actualidad, países como Colombia seleccionan cuidadosamente la materia prima, la arcilla, la cual debe cumplir con un compuesto químico específica en la producción de adobe, se lleva a cabo en laboratorios cerámicos con el propósito de rehabilitar edificaciones históricas, y actualmente en España se está implementando un proyecto para la producción de adobes (Albuja y Damián, 2024).

También la indagación se *justificó teóricamente*, debido a que se estudiarán los conocimientos actuales sobre la utilización de filamentos naturales para optimizar las características del adobe, recopilados de diversas fuentes como artículos científicos y revistas. Además, se espera que los estudio aporten con nuevos y diversos métodos sobre el desempeño que tuvo las fibras naturales en la producción de un nuevo tipo de adobe. Por otra parte, como *justificación práctica*, porque a través la incorporación de materiales reutilizables como las fibras naturales permitirán desarrollar un producto innovador que ofrezca una solución mejorada a los desafíos existentes mostrados con el adobe, asimismo disminuirá la utilización de materiales convencionales donde se propone realizar evaluaciones detalladas utilizando una variedad de fuentes de investigación bibliográfica; por otro lado se tiene a la *justificación metodológica*, de este estudio el cual se llevará a cabo una indagación bibliográfica sobre el uso de filamentos naturales en la fabricación de materiales de edificación, lo cual facilitará la generación de un nuevo método, basado en un análisis exhaustivo de la literatura

académica y ensayos, este método se centró en recopilar información pertinente sobre las propiedades del adobe, con el objetivo de generar resultados confiables que contribuyan al avance del conocimiento científico en ingeniería civil y construcción, asimismo como *justificación social*, debido a que se desarrollará una nueva forma de construcción utilizando elementos reciclados como fibras naturales, con el fin de construir estructuras más seguras, lo cual beneficiará a toda la sociedad.

## II. METODOLOGÍA

La metodología que se empleó en esta revisión de literatura sobre la incorporación de fibras naturales en las particularidades físicas y mecánicas del adobe donde se basa en una búsqueda exhaustiva, selectiva de estudios científicos y publicaciones relevantes relacionadas con el tema. Se ejecutó una indagación sistemática en bases de datos académicas como Scielo, Sciendirect, MDPI, ProQuest, utilizando términos de búsqueda específicos estableciendo criterios de inclusión, exclusión para seleccionar estudios relevantes y de alta calidad. Después de la selección, se realizó una lectura crítica, detallada de cada estudio extrayendo información pertinente sobre los métodos de adición y las propiedades mejoradas del adobe. Se analizó la información de manera objetiva, identificando patrones, tendencias y conclusiones comunes entre los estudios revisados. Además, se destacaron las limitaciones de las áreas de investigación futura identificadas a partir de los estudios revisados, la metodología utilizada en este artículo asegura la rigurosidad, la objetividad al seleccionar, analizar la literatura revisada estableciendo así una base robusta para las conclusiones y recomendaciones ofrecidas. Este estudio se centró en revisar la literatura existente sobre cómo la añadidura de fibras naturales que influyen sobre las cualidades físicas y mecánicas del adobe, donde fue un estudio de naturaleza explicativa, analítica, sintética que examinó la relación entre variables como volumen, relación de su aspecto de forma, su posible impacto en las propiedades del adobe. Para recopilar información, se utilizaron varios recursos como buscadores académicos en la plataforma Trilce y la biblioteca virtual, además, se ejecutaron búsquedas en diversas páginas de revisión literaria empleando palabras clave determinadas, como adobe, resistencia axial en pilas, resistencia a la compresión, succión y fibras orgánicas. Por tanto, como resultado, se encontraron un total de 454 publicaciones científicas incluyendo artículos, revistas, durante el período comprendido entre 2019 y 2024. A partir de esta recopilación, se seleccionaron 30 artículos de indagación que fueron publicadas e indexadas, estas publicaciones se clasificaron según su origen, que proporcionaron información sobre ensayos físico y mecánicos del adobe en muestras patrón y experimentales.

En la tabla 1 se muestra la categorización de los artículos obtenidos de diversas fuentes de datos, categorizados por revista.

**Tabla 1. Cantidad de artículos empleados en la revisión**

Revistas	Fechas de Publicación						Subtotal
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Revista de Arquitectura		1					1
PURIQ			1				1
Designs			1				1
ACS Omega					1		1
IOP Conference Series: Materials Science and Engineering			1				1
Built Heritage				1			1
MIX Sustentável		1					1
Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería	1						1
NOVASINERGIA Revista Digital de Ciencia, Ingeniería y Tecnología					1		1
Ancient Mesoamerica				1			1
Materials Today: Proceedings				1			1
LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology				1	2		3
Journal of Heat and Mass Transfer						1	1
Scientific Reports						1	1
Journal of Physics: Conference Series		1					1
Revista de la construcción		1					1
Structural Characterization and Seismic Retrofitting			1				1
Journal of Materials in Civil Engineering		1			1	1	3
Construction and Building Materials	1			2		1	4
Advances in Image and Video Processing				1			1
Engineering Structures		1					1
Civil Engineering and Architecture			1				1
Building and Environment						1	1
Applied Sciences						1	1
International Journal of Architectural Heritage	1						1
Built Heritage				1			1
MIX Sustentável		1					1
JP Journal of Heat and Mass Transfer						1	1
Material. Fibers			1				1
International Journal of Engineering Research in Africa				1			1
Materials and Structures			1				1
Buildings					1		1
Engineering Failure Analysis					1		1
Manufacturing of Low-Cost Bricks Using Waste Materials					1		1
The case of Hawassa and Ziway Town, Ethiopia. Hawassa University Journals				1			1
Engenharia Agrícola	1						1
Sociedad Geológica Mexicana				1			1
Journal of Applied Science and Engineering						1	1
Total							45

### III. RESULTADOS

#### Objetivo 1: Identificar antecedentes de los últimos cinco años

Durante la revisión de la literatura en diversas revistas científicas de impacto y bases de datos especializadas, se exploraron antecedentes relevantes relacionados con las variables de estudio en la investigación sobre cómo las fibras naturales afectan las peculiaridades físicas y mecánicas del adobe. Entre estos estudios, se destacan varios trabajos significativos, como el de Vasquez et al., (2023) donde se investigó el impacto de la inclusión de fibra de ichu y pino al 2.5% en las características físicas y mecánicas del adobe compactado demostró que el adobe reforzado con filamentos de ichu alcanzó un esfuerzo a la compresión destacada de 42.75 kg/cm<sup>2</sup> superando significativamente los 35.65 kg/cm<sup>2</sup> obtenidos con fibra de pino al mismo porcentaje, así mismo en el esfuerzo a la flexión, el adobe con filamento de ichu registró 33.02 kg/cm<sup>2</sup>, también superior a los 27.07 kg/cm<sup>2</sup> observados en el adobe con fibra de pino al 2.5%. Además, se encontró que el adobe con filamentos de ichu mostró una absorción de agua del 2.92%, comparado con el 2.74% registrado con fibra de pino, estos hallazgos proponen que la incorporación de un 2.5% de fibra de ichu optimiza significativamente tanto el esfuerzo a la compresión como a la flexión del adobe en contrastación con la fibra de pino, aunque presenta una ligera diferencia en la absorción de agua. Por otro lado, Laatar et al., (2024) investigaron la influencia de la longitud de los filamentos de palma datilera en el esfuerzo mecánica. Encontraron que agregar un 0.3% de fibras de 3.5 cm a una mezcla de cemento al 12% mejoró significativamente el esfuerzo a la compresión, alcanzando hasta 8.6 MPa. Además, el esfuerzo a la flexión de los bloques mejoró notablemente con este tipo de fibra alcanzando 3,88MPa. Por otro lado, en el estudio de Medina y Salazar (2023), se analizó el esfuerzo a la compresión y flexión de bloques de adobe fortalecidos con vainas de bambú de diferentes longitudes y porcentajes, los hallazgos revelaron incrementos significativos en la resistencia mecánica, especialmente cuando se emplearon vainas de bambú al 0.75% y de 5 cm de longitud. Así misma el esfuerzo a la compresión de los adobes mejoró hasta en un 82.49%, en contrastación con los adobes estándar que solo alcanzaron 8.47 kg/cm<sup>2</sup>. También, en cuanto al esfuerzo a la flexión, los adobes con 0.5% de filamentos de bambú de 5 cm superaron hasta en un 71.44% a los adobes estándar que registraron 15.51 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados indican que el filamento de bambú incrementa significativamente la capacidad mecánica de los adobes compactados, cumpliendo con los requerimientos

establecidos por la normativa vigente. En otro estudio, Marín y Aguilar (2022) se propusieron determinar la mayor fuerza de tracción aplicada al incorporar materiales vegetales como la fibra de paja toquilla e ichu en la mezcla de adobes, donde se encontró que la máxima tensión axial del adobe estándar era de 20.18 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que al incorporar un 6% de Paja Toquilla, esta tensión se incrementó a 29.14 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, con un 4% de Paja Ichu, la máxima tensión axial alcanzó los 28.11 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados indicaron que los adobes que contenían paja toquilla exhibieron una resistencia superior en contraste con los adobes que incluían paja ichu, concluyendo que el mejor desempeño se obtuvo con la incorporación de paja toquilla al 6%. Además, Mellaikhafi et al. (2022) evaluaron el desempeño térmico de paredes edificadas utilizando adobes de tierra reforzados con fibras de hojas pinnadas de palmera. Los resultados demostraron una reducción máxima del 46% en el flujo de calor a través de las paredes que contenían un 6% de fibras de residuos de palmera datilera, mejorando tanto el desfase temporal como el factor de disminución del flujo de calor y asegurando una eficiencia energética destacada. Además, el estudio de la inercia térmica de estos muros, con espesores de 22 a 30 cm, mostró un aumento en el tiempo de almacenamiento de calor de 0.39 h/cm y un incremento en la resistencia térmica del 53%. Comparativamente, se encontró que los adobes con fibras de hojas pinnadas presentaban una mejor inercia térmica en comparación con aquellos que contenían fibras de malla de palma.

**Tabla 2.** Antecedentes de los últimos cinco años

Autor(es) y Año	Objetivo del Estudio	Dosificación	Propiedad	Resultados destacados
Vasquez et al., (2023)	Impacto de la fibra de ichu y pino en las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado.	2.5% fibra de ichu y pino	Resistencia a la compresión	42.75 kg/cm <sup>2</sup> con ichu vs. 35.65 kg/cm <sup>2</sup> con pino
			Resistencia a la flexión	33.02 kg/cm <sup>2</sup> con ichu vs. 27.07 kg/cm <sup>2</sup> con pino
			Absorción de agua	2.92% con ichu vs. 2.74% con pino
Laatar et al., (2024)	Efecto de la longitud de fibras de palma datilera en la resistencia mecánica.	0.3% de fibras	Resistencia a la compresión	mejorada a 8.6 MPa con fibras de 3.5 cm
			Resistencia a la flexión	mejorada a 3.88 MPa.
Medina Cercado y Salazar Huamán, (2023)	Análisis de adobes con vainas de bambú de diferentes longitudes y porcentajes.	con 0.50 Y 0.75% de vainas de bambú	Resistencia a la compresión	incrementada en un 82.49% con 0.75% de vainas de bambú
			Resistencia a la flexión	aumentada en un 71.44% con 0.5% de fibras
Marín y Aguilar, (2022)	Cálculo de la máxima tensión axial al incorporar Paja Toquilla e Ichu en adobes.	Paja Toquilla al 6% Y Paja Ichu al 4%	Máxima tensión axial	29.14 kg/cm <sup>2</sup> con Paja Toquilla al 6% vs. 28.11 kg/cm <sup>2</sup> con Paja Ichu al 4%.
Mellaikhafi et al., (2022)	Evaluación del comportamiento térmico de muros con adobes reforzados con fibras de hojas pinnadas de palmera.	6% de fibras de residuos de palmera datilera	flujo de calor	Reducción del 46%
			tiempo de almacenamiento de calor	Aumento de 0.39 h/cm
			resistencia térmica mejorada.	Aumento de 53%

**Objetivo 02:** Determinar las descripciones más frecuentemente utilizadas de las variables de estudio en los artículos publicados

**Variable: Fibra natural**

Para profundizar sobre las variables de estudios se buscó información de autores especialistas en fibras naturales, que las define como un material fibroso derivado de fuentes renovables como plantas y árboles, que pueden ser sometidos a procesos químicos intensivos para modificar su estructura natural, se fundamenta en la necesidad de adaptar estas fibras para aplicaciones específicas en diversas industrias, también estos procesos químicos pueden incluir tratamientos para mejorar la resistencia, la durabilidad o las propiedades estéticas de las fibras naturales, haciéndolas más adecuadas para su uso en textiles, construcción, etc. (Kavitha et al., 2024), así mismo sus propiedades mecánicas de las fibras naturales son fundamentales para su aplicación como refuerzo en diversos materiales compuestos, estas fibras exhiben una buena resistencia a la tracción, lo cual significa que pueden soportar fuerzas aplicadas en dirección opuesta a su longitud sin romperse fácilmente. Además, su capacidad para resistir deformaciones es crucial, ya que permite que los materiales compuestos mantengan su integridad estructural frente a cargas variables. El módulo de elasticidad de las fibras naturales también juega un rol esencial, determinando su capacidad de volver a su forma original después de ser sometidas a tensiones mecánicas, lo cual contribuye a la resistencia global del material compuesto (Hussain et al., 2021). Estas características no solo mejoran la capacidad de carga de los materiales compuestos, sino que también establecen una conexión histórica entre las civilizaciones humanas y la naturaleza, al ser recursos renovables y biodegradables, algunas de ellas son las fibras de seda, cáñamo, yute y plátano que ilustran la diversidad y utilidad de las fibras naturales en diversas aplicaciones, así mismo su valor no solo radica en su versatilidad, sino también en su capacidad inherente para promover prácticas sostenibles y reducir el impacto ambiental (Sangkeaw et al., 2024).

**Variable: Propiedades mecánicas:**

Las propiedades mecánicas del adobe son cruciales para evaluar su resistencia y comportamiento bajo diferentes cargas y condiciones ambientales específicas (Piñas et al., 2020). En la literatura técnica y científica, se pueden encontrar numerosos estudios que abordan estos aspectos fundamentales, entre ellos, el esfuerzo a la compresión se destaca como una medida crucial de la capacidad del adobe para soportar fuerzas aplicadas en dirección opuesta a su eje longitudinal, esta propiedad es determinante para establecer la máxima carga que puede soportar una estructura de adobe antes de deformarse o colapsar (Rodríguez, 2020). Así mismo el adobe es considerado como material de construcción económico y sostenible, ha sido utilizado desde la antigüedad y continúa siendo relevante en la construcción contemporánea, especialmente en países en desarrollo. Su dureza es otro aspecto clave, determinando su resistencia a la abrasión y al desgaste, lo cual influye directamente en su integridad estructural a lo largo del tiempo (Abdulla et al., 2020). Además, la caracterización de las propiedades mecánicas y el comportamiento estructural del adobe son esenciales para comprender cómo estas construcciones se comportan bajo carga. El módulo de elasticidad, también conocido como módulo de Young, ofrece datos esenciales sobre la rigidez del material y su habilidad para volver a su forma inicial tras ser sometido a carga (Oliveira et al., 2021).

**Variable: Propiedades físicas:**

Las propiedades físicas del adobe comprenden las características que describen su composición, estructura y respuesta frente a factores como humedad, temperatura y carga, siendo fundamentales para entender su comportamiento en diversos entornos y su impacto en durabilidad y resistencia (Gandia et al., 2019). En la literatura técnica y científica, se abordan diversas propiedades físicas del adobe. Entre las más significativas se encuentra la porosidad, que indica la cantidad y tamaño de espacios vacíos dentro del material. Esta característica es crucial porque afecta la capacidad del adobe para retener agua y resistir la penetración de humedad desde el exterior. Se ha observado que la porosidad puede variar significativamente entre diferentes tipos de adobe, influenciando aspectos como la reactividad química y la durabilidad del ladrillo (Puy-Alquiza et al., 2022). Relacionada con la porosidad, la permeabilidad del adobe representa la facilidad con la que el agua y otros fluidos pueden atravesar el material. Una alta permeabilidad puede resultar en problemas de humedad si no se

maneja adecuadamente, lo cual destaca la importancia de técnicas efectivas de impermeabilización y gestión del agua en la construcción con adobe (Akinwande et al., 2022). Otro aspecto crucial es la densidad del adobe, que se refiere a la densidad del material, que es la masa por unidad de volumen, esta propiedad influye directamente en la resistencia estructural del adobe y en su capacidad para soportar cargas, siendo fundamental para el diseño seguro de estructuras construidas con este material (Wu et al., 2020). Además, la capacidad de absorción de agua del adobe es notable debido a su naturaleza porosa. Evaluar cómo el material resiste la humedad y su comportamiento bajo diversas condiciones climáticas es esencial para garantizar su durabilidad a lo largo del tiempo. Métodos como pruebas de absorción de agua y pérdida de masa proporcionan datos cruciales para entender cómo el adobe se comporta ante la exposición prolongada a la humedad y su capacidad para mantener su integridad estructural (Gandia et al., 2019).

**Tabla 3.** Variables de estudio en los artículos publicados

Variable	Autor y año	Categoría	Descripción
Fibra Natural	Kavitha et al., (2024)	Definición	Material fibroso derivado de fuentes renovables como plantas y árboles.
	Kavitha et al., (2024)	Procesos químicos	Incluyen tratamientos para mejorar resistencia, durabilidad y propiedades estéticas de las fibras naturales para construcción, etc.
	Hussain et al., (2021)	Propiedades mecánicas	Exhiben buena resistencia a la tracción, permitiendo soportar fuerzas en dirección opuesta a su longitud y el módulo de elasticidad.
	Sangkeaw et al., (2024)	Ejemplos	Incluyen seda, cáñamo, yute y plátano, ejemplificando diversidad y utilidad en diversas aplicaciones
Propiedades Mecánicas del Adobe	Piñas et al., (2020)	Definición	Cruciales para evaluar resistencia y comportamiento bajo cargas y condiciones ambientales específicas.
	Abdulla et al., (2020)	Economía y sostenibilidad del adobe	Considerado como material de construcción económico y sostenible, utilizado desde la antigüedad y relevante en la construcción contemporánea, especialmente en países en desarrollo.
	Rodriguez, (2020) y Oliveira et al., (2021)	Ejemplos	Resistencia a compresión para soportar fuerzas aplicadas en dirección opuesta a su eje longitudinal y determina la carga máxima que puede resistir antes de deformarse o colapsar El módulo de Young ofrece detalles acerca de la resistencia del material y su habilidad para retornar a su forma original tras ser sometido a carga.
Propiedades Físicas del Adobe	Gandia et al., (2019)	Definición	Comprenden características relacionadas con composición, estructura y respuesta frente a factores como humedad, temperatura y carga.
	Puy-Alquiza et al., (2022)	Ejemplos	Porosidad Indica la cantidad y tamaño de espacios vacíos dentro del material.
	Akinwande et al., (2022)		Permeabilidad es la facilidad con la que el agua y otros fluidos atraviesan el material.
	Wu et al., (2020)		Densidad es la masa del material por unidad de volumen.
	Gandia et al., (2019)		Capacidad del adobe para absorber agua debido a su naturaleza porosa.

**Objetivo 03:** Identificar las teorías relacionadas con las variables de estudio

**Teoría de materiales compuestos:** Donde producir los adobes de alta calidad comienza con la cuidadosa selección del suelo como primer paso, este proceso implica la realización de diversos ensayos de laboratorio y pruebas de campo, que proporcionan una base sólida para elegir el suelo adecuado, la cual garantizan la confiabilidad del suelo seleccionado, sino que también guían el resto del proceso de elaboración de los adobes, sin embargo, son frecuentemente costosos y pueden presentar dificultades para su aplicación debido a la lejanía de las canteras. Así mismo, económicamente, solo serán justificables en proyectos de gran escala, que no son comunes, para obtener adobes de alta calidad, es crucial seleccionar un suelo que tenga una proporción adecuada de arena y arcilla, siendo esta última parte de los materiales finos del suelo (Burbano, et al., 2022). Por otro lado la arcilla posee propiedades adhesivas y aglutinantes, funcionando como un aglutinante para las arenas que forman los materiales inertes del suelo, proporcionándole resistencia, donde es crucial destacar que las características de un suelo suelen depender en gran medida de la cantidad de partículas finas que contiene, las cuales varían según su composición mineralógica, por esta razón, es posible que suelos con la misma distribución de tamaños de partículas muestren comportamientos muy distintos, donde esta es una de las razones por las cuales se sugiere realizar pruebas en los suelos bajo estudio, donde la observación de estos ejemplares puede ser el método más efectivo para evaluar la idoneidad de un suelo para la elaboración de adobes y para determinar la calidad de una cantera (Kalaimani, Chellappa y Chandrasekarabharathi, 2023).

**Teoría de la fractura de materiales:** Candoni, et al.(2023) Sin importar los estándares de dimensionamiento, es fundamental instalar refuerzos y sistemas de arriostramiento que optimicen el desempeño global de la estructura, donde estos deben estar diseñados para controlar las grietas que puedan formarse en los muros durante sismos severos, así mismo estas construcciones de tierra no reforzadas suelen colapsar de manera frágil durante los sismos, mostrando escasa o nula capacidad de deformación plástica, donde el colapso es más frecuente ocurre, cuando los muros colapsan debido a la pérdida de estabilidad lateral, provocada por la destrucción de las conexiones entre muros en las esquinas y puntos de unión, donde otro tipo común de falla se produce debido a fuerzas sísmicas que actúan

perpendicularmente o dentro del plano de cada muro, ocasionando fisuras que exhiben diversos patrones, frecuentemente en forma oblicua o de aspas, que comienzan desde las esquinas o aberturas. Por otra parte, Libre, et al. (2023) estas fisuras dividen los muros en grandes bloques que pueden colapsar si el movimiento sísmico continúa, donde para mitigar estos problemas es fundamental implementar un sistema de refuerzo que asegure las esquinas y los puntos de unión, así como los bloques fisurados entre sí, donde el refuerzo interno de los muros se realiza colocando cañas o varillas de madera en disposición de mallas tanto horizontales como verticales. Antes de que aparezcan las fisuras, este refuerzo no influye significativamente en la rigidez ni en la resistencia de la estructura, donde sin embargo su efectividad se hace patente después de que los muros se han agrietado, ya que contribuye a controlar los desplazamientos lo que reduce el nivel de daño y previene la separación de las esquinas de los muros, así como el colapso parcial o total de los mismos.

**Teoría de la adherencia de los elementos:** Para que se considere que un muro de adobe está arriostrado, debe haber una conexión suficiente y sólida entre el muro y sus elementos de refuerzo, garantizando así una transferencia adecuada de fuerzas. Los elementos de refuerzo se diseñarán para apoyar el muro arriostrado, tratando el muro como una losa o laja que está sujeta a fuerzas de inercia perpendiculares a su superficie, donde la zona efectiva de los muros que contribuyen al arriostramiento (tanto horizontal como vertical) puede determinarse observando los patrones de líneas de fractura en las losas, estos elementos verticales de arriostramiento, como los muros de arriostramiento y los contrafuertes, deben tener suficiente resistencia y estabilidad para transferir las fuerzas cortantes a la cimentación de manera adecuada (Velarde, et al., 2021). Por otra parte, la evaluación de los arriostramientos debe considerar tanto la estabilidad contra el vuelco en su plano como la resistencia al cortante debido a las fuerzas de inercia propias y las que actúan sobre el muro que están arriostrando, donde también se evaluará la estabilidad del arriostramiento frente a fuerzas que actúen perpendicularmente a su superficie, las juntas de la albañilería de adobe son áreas críticas donde suelen formarse fisuras en los muros. Por lo tanto, es crucial prestar especial atención a estas juntas tanto al seleccionar el suelo o las mezclas de suelo como durante la construcción de los muros, donde la unión entre el mortero y los adobes generalmente no se logra de manera completa, lo que hace que

las juntas sean las áreas menos resistentes dentro del muro, así mismo el mortero más efectivo será aquel que logre una mayor adherencia con los bloques, y esto no siempre se consigue con morteros que tengan una alta resistencia a la compresión (Rafi, Khan y Bhutto, 2024).

**Teoría del refuerzo de la fibra:** La retracción durante el secado de los adobes sin fibras era mínima, debido a la baja superficie específica de las arcillas, donde sin embargo, considerando la situación de lugar en específico del área o territorio tratado, podemos agregar fibras para mejorar la mezcla, así mismo en este proceso, buscamos fibras vegetales disponibles, donde establece un sistema que mezcla dos o más elementos, ya sea a nivel microscópico o macroscópico, que tienen formas y composiciones químicas distintas y que son fundamentalmente insolubles entre sí, donde los refuerzos pueden estar constituidos por fibras naturales como algodón, lino, cáñamo, fibras recicladas de madera o papel, e incluso subproductos derivados de cultivos agrícolas (Alioui, et al., 2024). Por otro lado, las matrices pueden provenir de polímeros derivados de fuentes renovables como aceites vegetales o almidones. Estos componentes se dividen típicamente en dos categorías: los elementos de cohesión, que envuelven y unen los elementos de refuerzo para asegurar su rigidez y posición, y los elementos de refuerzo, que mejoran las propiedades físicas del conjunto, incorporando tanto la cohesión como la rigidez, esta mezcla de materiales mejora significativamente las propiedades mecánicas del compuesto en comparación con los materiales primarios por separado (Serebe, et al., 2024).

**Teoría de materiales sostenibles:** Cuando se aborda la sostenibilidad en la construcción, inevitablemente se considera cómo el proyecto contribuirá al futuro, donde cada acción conlleva sus consecuencias, y en la construcción, se emplean materiales que perdurarán por largos períodos para prolongar la utilidad de las estructuras, no obstante el adobe representa uno de los materiales que en su producción, puede generar el menor impacto ambiental posible y lo destacable es que sus residuos pueden ser reintegrados al suelo, dejando una huella ambiental prácticamente nula (Albuja y Damián, 2024). Por otro lado estos materiales sostenibles para el adobe se enfocan en utilizar recursos naturales renovables y locales para la construcción de edificaciones, donde este enfoque fomenta el uso de tierra cruda, arcilla y otros materiales orgánicos que no solo son abundantes y

accesibles, sino también menos dañinos para el entorno natural frente a los materiales industriales estándar, así mismo este material es conocido por ser el más antiguos empleados por la humanidad en la construcción, se alinea perfectamente con los principios de sostenibilidad, donde al combinar técnicas tradicionales de construcción con innovaciones modernas, es posible mejorar las propiedades estructurales y térmicas del adobe, al mismo tiempo que se conservan recursos y se minimice la huella de carbono asociada a la edificación (Costa, et al., 2019).

**Tabla 4. Teorías de estudio en los artículos publicados**

<b>Teoría</b>	<b>Autor y año</b>	<b>Descripción</b>
Materiales compuestos	Burbano, et al., (2022) y Kalaimani, Chellappa y Chandrasekarabathri, (2023).	Es el proceso integral de seleccionar y preparar adecuadamente el suelo para la producción de adobes de alta calidad, este proceso implica la selección, composición, variabilidad del suelo y pruebas y observaciones
Fractura de materiales de mampostería	Canditone, et al. (2023) y Libre, et al. (2023)	Aborda cómo prevenir y gestionar las grietas en estructuras de tierra durante eventos sísmicos, destacando la importancia de incrementar la fortaleza y la capacidad de flexibilidad de estas construcciones tradicionales frente a cargas dinámicas como los sismos.
Adherencia de los elementos	Velarde, et al., (2021) y Rafi, Khan y Bhutto, (2024).	Se centra en asegurar una conexión robusta y efectiva entre los componentes estructurales de un muro de adobe enfocándose en la resistencia a las fuerzas de inercia y la estabilidad estructural frente a cargas variadas, incluyendo las fuerzas que actúan perpendicularmente a la superficie del muro
Refuerzo de la fibra	Alioui, et al., (2024) y Serebe, et al., (2024)	Se centra en optimizar las propiedades de los materiales compuestos, como los adobes, mediante la adición estratégica de fibras naturales y matrices poliméricas, buscando la mejora de la resistencia y la durabilidad del material.
Materiales sostenibles	Albuja y Damián, (2024) y Costa, et al., (2019).	Se centra en utilizar materiales que no solo sean respetuosos con el medio ambiente, sino que también promuevan prácticas de construcción que sean sostenibles a largo plazo. Esto incluye el uso eficiente de recursos locales y renovables, así como la minimización del impacto ambiental a través de la reutilización y la integración de materiales en ciclos naturales.

**Objetivo 04:** Determinar los indicadores más utilizados en los artículos publicados.

Los indicadores desempeñan una función fundamental en la investigación, ya que proporcionan medidas objetivas y cuantificables que permiten evaluar fenómenos, procesos o características de interés en diferentes campos del conocimiento: en la investigación sobre materiales de construcción como el adobe, el esfuerzo a la compresión por unidad de albañilería se destaca como un indicador crucial y recurrente. Esta medida proporciona información esencial sobre la capacidad estructural del adobe y su resistencia a fuerzas aplicadas perpendicularmente a su superficie (Tariku et al., 2022). En estudios recientes, se emplean pruebas de esfuerzo a la compresión para evaluar la idoneidad del adobe como material alternativo para paredes, utilizando máquinas especializadas que siguen estándares rigurosos para determinar la calidad y la viabilidad constructiva del material (Fages et al., 2022). Además, en el ámbito de la ingeniería estructural, dos indicadores clave son el esfuerzo a la compresión axial en pilas y mampostería. El esfuerzo a la compresión axial en pilas es esencial en el diseño de estructuras que utilizan pilas como elementos fundamentales, proporcionando información crítica sobre su capacidad de carga y resistencia estructural bajo cargas verticales a lo largo de su eje longitudinal. Este indicador no solo es vital para garantizar la estabilidad de las estructuras que dependen de pilas, sino que también guía las prácticas de diseño para optimizar la seguridad (Vilane y Hann, 2022). Por otro lado, el esfuerzo a la compresión de la mampostería ha sido tradicionalmente el principal indicador de la propiedad material estructural relevante en la dirección normal a las juntas del lecho. Aunque el prisma de enlace apilado se usa ampliamente para medir esta resistencia, aún existen interrogantes sobre cómo estas pruebas impactan realmente en la resistencia de la mampostería en condiciones reales (Rafi, Khan y Bhutto, 2023), y finalmente, el esfuerzo a la compresión diagonal en muretes es otro indicador crítico en el diseño y la investigación de muros, especialmente en estructuras de albañilería, este parámetro proporciona información crucial sobre la capacidad de carga y el esfuerzo estructural de los muros frente a cargas diagonales, como las provocadas por fuerzas sísmicas o de viento. El ensayo de compresión diagonal en paneles de pared es una práctica común para evaluar esta resistencia, ayudando a mejorar la comprensión, aplicación de este indicador en la ingeniería estructural para garantizar la seguridad y durabilidad de las construcciones (Rodríguez-Mariscal et al., 2020).

**Tabla 5.** *Indicadores de estudio en los artículos publicados*

Indicador	Autor y año	Descripción
Resistencia a la compresión del adobe	Tariku et al., (2022)	Es la capacidad estructural del adobe de resistir fuerzas aplicadas perpendicularmente en su superficie.
Resistencia a la compresión axial en pilas	Vilane & Hann, (2022)	Es la capacidad estructural del adobe de resistir cargas verticales a lo largo del eje longitudinal de las pilas.
Resistencia a la compresión de la mampostería	Rafi, Khan y Bhutto, (2023)	Es evaluación de la resistencia estructural del material en condiciones específicas, aunque persisten interrogantes sobre su aplicación práctica en situaciones reales
Resistencia a la compresión diagonal en muretes	Rodríguez-Mariscal et al., (2020)	Es la capacidad estructural del adobe de resistir cargas diagonales, como las sísmicas o de viento.

#### IV. CONCLUSIONES

1. En conclusión, los estudios recientes de los últimos cinco años han revelado una variedad significativa de mejoras en las cualidades del adobe mediante la añadidura de filamentos naturales como ichu, palmera datilera, bambú y hojas de palma pinnada, así mismo se destaca que es fundamental seleccionar con precisión el tipo, porcentaje y longitud de las fibras para cumplir con los estándares normativos.
2. Así mismo, las variables de estudio más frecuentemente mencionadas incluyen las fibras naturales, provenientes de plantas y árboles renovables, que mejoran la resistencia a la tracción y flexión del adobe (Kavitha et al., 2024), las características físicas del adobe, como su capacidad de esfuerzo a la compresión, flexión, dureza, donde son críticas para evaluar su rendimiento estructural y durabilidad (Rodríguez, 2020) así mismo, las propiedades físicas del adobe, como la porosidad, permeabilidad, densidad y absorción que son fundamentales para entender su comportamiento frente a diversos factores ambientales (Gandia et al., 2019).
3. Por consiguiente, se analizaron diversas teorías aplicadas al adobe, como la teoría de materiales compuestos destaca la selección precisa del suelo para mejorar la calidad y durabilidad de los adobes (Burbano et al., 2022), la teoría de la fractura de materiales aborda los desafíos estructurales, enfatizando la necesidad de refuerzos para prevenir el colapso y controlar fisuras (Libre et al., 2023), la teoría de la adherencia de elementos subraya la importancia de conexiones sólidas entre refuerzos y adobes para resistir fuerzas cortantes (Velarde et al., 2021) y por último, la teoría de materiales sostenibles busca minimizar la huella ambiental combinando técnicas tradicionales y modernas para mejorar las propiedades del adobe (Albuja y Damián, 2024).
4. Por tanto también se destacaron varios indicadores clave en los estudios, como la resistencia a la compresión que evalúo la capacidad estructural del adobe frente a cargas perpendiculares (Tariku et al., 2022), también la resistencia axial en pilares y mampostería asegura estabilidad y durabilidad ante diversas cargas (Vilane & Hann, 2022) y finalmente, la resistencia diagonal en muros es crucial para evaluar la capacidad de carga y resistencia estructural ante cargas diagonales (Rodríguez-Mariscal et al., 2020).

## REFERENCIAS

ADOBE como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía Casanare Colombia por RIVERA, Hernán [et al.]. *Revista de Arquitectura* [en línea]. Vol. 23 n° 1: 75-85, Julio 2020 [consultado el 12 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.14718/revarq.2021.2762>

ISSN: 2357-626X.

ARONÉS, Ángel. Organización de las viviendas en un entorno geográfico rural. *PURIQ* [en línea]. Vol. 3 n° 1: 120-135, Septiembre 2021 [consultado el 12 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.37073/puriq.3.1.92>

ISSN: 2707-3602.

INFLUENCE of Sawdust Particle Sizes on the Physico-Mechanical Properties of Unfired Clay Blocks por JANNAT, Nusrat [et al.]. *Designs* [en línea]. Vol. 5 n° 3: 1-16, Septiembre 2021 [consultado el 12 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/designs5030057>

ISSN: 2411-9660

KHAKSAR, Mona, NIROUMAND, Hamed y AFSHARPOUR, Maryan. Spray-Based Method for Protecting and Restoring Historic Adobe Walls Using Nanomontmorillonite Clay. *ACS Omega* [en línea]. Vol. 8 n° 12: 11373-11380, Marzo 2023 [consultado el 12 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c00124>

ISSN: 2470-1343

PHYSICOCHEMICAL Properties of Wood Sawdust: A Preliminary Study por OYEBANJI, J. [et al.]. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. Vol. 1107 n° 1: 1-9, Mayo 2021 [consultado el 12 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1107/1/012125>

ISSN: 1757-899X.

PEÑA, Floiran, SIFUENTES, Diego y YARASCA, Cristian. Architectural typology of rural housing in Jaen, Peru. *Built Heritage* [en línea]. Vol. 6 nº 1: 1-18, Mayo 2022 [consultado el 12 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s43238-022-00048-y>

ISSN: 2662-6802.

PINHEIRO, Daniel y ARAÚJO, Sofia. O uso do adobe no brasil: uma revisão de literatura. *MIX Sustentável* [en línea]. Vol. 6 nº 1: 53–66, Marzo 2020 [consultado el 12 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n1.53-66>

ISSN: 2447-3073.

TRUJILLO, Miguel, CHAVEZ, Ángel y TORRES, Ellas. Construcciones de adobe resistentes a exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería* [en línea]. Vol. 1 nº 1: 1-6, Enero 2019 [consultado el 12 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.25127/ucni.v1i1.267>

ISSN: 2520-0356.

VIERA, Paulina, GALLEGOS, Yesenia u VENEGAS, Edison. Resistencia a la compresión y flexión de bloques elaborados a base de cangahua, cal, arcilla y paja. *NOVASINERGIA Revista Digital de Ciencia, Ingeniería y Tecnología* [en línea]. Vol. 6 nº 1: 150-166, Enero 2023 [consultado el 12 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.37135/ns.01.11.10>

ISSN: 2631-2654

LEMONNIER, Eva y ARNAULD, Charlotte. defining rurality at la Joyanca (Peten, Guatemala): architecture, land use, and social dynamics. *Ancient Mesoamerica* [en línea]. Vol. 33 nº 1: 83–100, Mayo 2022 [consultado el 12 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S0956536120000413>

ISSN: 1469-1787.

Mellaikhafi, A., Tilioua, A., & Benallel, A. (2022). Thermal performance assessment of a wall built with earth-based adobes and reinforced with pinnate leaves fibers.

*Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.296>

Marín Alfaro, J. G. P., & Aguilar Aliaga, O. (2022). Analysis of the Maximum Tension in Adobes Incorporating Plant Materials such as Toquilla Straw Fiber and Ichu. LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, *Education and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions"*. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions. <https://doi.org/10.18687/laccei2022.1.1.301>

Laatar, M., Nasla, S., Lbakhkhouch, H., Kheltent, M., Gueraoui, K., & Cherraj, M. (2024). ANALYZING EFFECTS OF DIFFERENT DOSAGES OF CEMENT AND DATE PALM FIBER LENGTHS ON THE MECHANICAL AND THERMAL CHARACTERISTICS OF COMPRESSED EARTH BLOCKS. *JP Journal of Heat and Mass Transfer*, 37(2), 201–216. <https://doi.org/10.17654/0973576324014>

Vasquez Vasquez, L., Mosqueira Ramirez, H. R., & Mosqueira Moreno, M. A. (2023). ANALYSIS OF THE MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF ADOBE COMPACTED WITH ICHU AND WITH PINE FIBERS. LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: *"Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework of Global Transformations: Integration and Alliances for Integral Development"*. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions. <https://doi.org/10.18687/laccei2023.1.1.395>

Medina Cercado, S., & Salazar Huamán, E. (2023). Compressive and flexural strength of compacted adobe blocks with added bamboo sheath. LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, *Education and Technology (LACCEI 2023): "Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework of Global Transformations: Integration and Alliances for Integral Development"*. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions. <https://doi.org/10.18687/laccei2023.1.1.444>

- Hussain, M., Levacher, D., Leblanc, N., Zmamou, H., Djeran-Maigre, I., Razakamanantsoa, A., & Saouti, L. (2021). Properties of Mexican Tropical Palm Oil Flower and Fruit Fibers for Their Prospective Use in Eco-Friendly Construction Material. *Fibers*, 9(11), 63. <https://doi.org/10.3390/fib9110063>
- Kavitha, S. A., Priya, R. K., Arunachalam, K. P., Avudaiappan, S., Saavedra Flores, E. I., & Blanco, D. (2024). Experimental investigation on strengthening of Zea mays root fibres for biodegradable composite materials using potassium permanganate treatment. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-58913-y>
- Sangkeaw, P., Phoeychawee, N., Thongchom, C., Lawaongkerd, J., Keawsawasvong, S., & Suksiripattanapong, C. (2024). Alkaline Pretreatment Of Banana Pseudostem Waste For Green Cellulose Fiber Composite Materials. *Journal of Applied Science and Engineering (Taiwan)*, 28(2), 399–409. [https://doi.org/10.6180/JASE.202502\\_28\(2\).0018](https://doi.org/10.6180/JASE.202502_28(2).0018)
- Piñas, J. M., Lira, L., Horn, M., Solis, J. L., & Gómez, M. M. (2020). Influence of Stipa ichu on the thermal and mechanical properties of adobe as a biocomposite material. *Journal of Physics: Conference Series*, 1433, 012003. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1433/1/012003>
- Rodriguez Cuervo, Lady Sofia. (2020). Adobe bricks with sugarcane molasses and gypsum to enhance compressive strength in the city Cogua, Colombia. *Revista de la construcción*, 19(3), 358-365. <https://dx.doi.org/10.7764/rdlc.19.3.358>
- Oliveira, C., Silveira, D., Varum, H., Parisi, F., Miccoli, L., Solís, M., Rodríguez-Mariscal, J. D., & Tarque, N. (2021). Mechanical Characterization of Adobe Masonry. En *Structural Characterization and Seismic Retrofitting of Adobe Constructions* (pp. 55–93). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-74737-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-74737-4_4)
- Abdulla, K. F., Cunningham, L. S., & Gillie, M. (2020). Experimental Study on the Mechanical Properties of Straw Fiber–Reinforced Adobe Masonry. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 32(11), 04020322. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0003410](https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0003410)

- Gandia, R. M., Gomes, F. C., Corrêa, A. A. R., Rodrigues, M. C., & Mendes, R. F. (2019). Physical, mechanical and thermal behavior of adobe stabilized with glass fiber reinforced polymer waste. *Construction and Building Materials*, 222, 168–182. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.107>
- Puy-Alquiza, M. J., Ordaz-Zubia, V. Y., Cruces-Cervantes, O., Bello-Sandoval, A., Miranda-Avilés, R., Salazar-Hernández, M. d. C., Carreño-Aguilera, G., Zanon, G. A., & Li, Y. (2022). Comparative study of pre-Hispanic and colonial adobes in Mexico. Preliminary inferences on the effects of the granulometric distribution and used recycled materials in the state conservation of earth architecture. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 74(3), A010422. <https://doi.org/10.18268/bsgm2022v74n3a010422>
- Akinwande, A. A., Adediran, A. A., Balogun, O. A., Adesina, O. S., Owa, A. F., Ademati, A. O., Olorunfemi, B. J., & Emmanuel, A. (2022). Recycling of Synthetic Waste Wig Fiber in the Production of Cement-Adobe for Building Envelope: Physio-Hydric Properties. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 59, 57–75. <https://doi.org/10.4028/p-42y8vk>
- Wu, F., Li, G., Li, H.-N., & Jia, J.-Q. (2020). Strength and stress–strain characteristics of traditional adobe block and masonry. *Materials and Structures*, 46(9), 1449–1457. <https://doi.org/10.1617/s11527-012-9987-y>
- Gandia, R. M., Corrêa, A. A. R., Gomes, F. C., Marin, D. B., & Santana, L. S. (2019). PHYSICAL, MECHANICAL AND THERMAL BEHAVIOR OF ADOBE STABILIZED WITH “SYNTHETIC TERMITE SALIVA”. *Engenharia Agrícola*, 39(2), 139–149. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v39n2p139-149/2019>
- Tariku, N., Chandrasekar, M. K., & Moltot, Z. (2022). Strength and Durability of Adobe Brick with Natural Additives : The case of Hawassa and Ziway Town, Ethiopia. *Hawassa University Journals*, 2(1), 10–24. <https://journals.hu.edu.et/hu-journals/index.php/ejet/article/view/468/282>

Vilane, B. R. T., & Hann, M. J. (2022). The Compressive Strength of Adobe Block Masonry Walls. *Advances in Image and Video Processing*, 10(4). <https://doi.org/10.14738/aivp.104.12707>

Rodríguez-Mariscal, J. D., Ma, Q., & Solís, M. (2020). Experimental analysis of diagonal compression and splitting tests for the characterization of shear and tensile behavior of adobe masonry. *Engineering Structures*, 215, 110633. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110633>

KALAIMANI Ramakrishnan, CHELLAPPA, Vigneshkumar and CHANDRASEKARABARATHI, Subha. Manufacturing of Low-Cost Bricks Using Waste Materials. *materials proceedings* [en línea]. Vol. 13 N°1: 1-8, Abril 2023. [consultado el 6 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/materproc2023013025>

ISSN: 2673-4605

CANDITONE, C. et al. Failure mechanisms and behaviour of adobe masonry buildings: a case study. *Engineering Failure Analysis* [en línea]. 2023, 107343 [consultado el 19 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107343>

ISSN 1350-6307.

LIBRE , Glenn et al. In-Plane Shear Behavior of Unreinforced Masonry Wall Strengthened with Bamboo Fiber Textile-Reinforced Geopolymer Mortar. *Buildings* [en línea]. 2023, 13(2), 538 [consultado el 19 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/buildings13020538>

ISSN 2075-5309.

BURBANO, C. et al. Adobe mixtures reinforced with fibrillated polypropylene fibers: Physical/mechanical/fracture/durability performance and its limits due to fiber clustering. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2022, 343, 128102 [consultado el 19 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128102>

ISSN 0950-0618.

VELARDE, Jesús et al. Experimental Study of Adobe Masonry and its Adherence with Reinforced Concrete Confinement Elements. *Civil Engineering and Architecture* [en línea]. 2021, 9(2), 404–409 [consultado el 19 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.13189/cea.2021.090213>  
ISSN 2332-1121.

RAFI, Masood, KHAN Sher y BHUTTO Muhammad. Experimental Assessment of Compressive and Shear Behavior of Adobe Masonry. *Journal of Materials in Civil Engineering* [en línea]. 2024, 36(6) [consultado el 19 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1061/jmcee7.mteng-17451>  
ISSN 1943-5533.

SEREBE, Aziz et al. Optimization of kenaf fiber content for the improvement of the thermophysical and mechanical properties of adobes. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2024, 431, 136469 [consultado el 19 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.136469>  
ISSN 0950-0618.

ALIOUI, Abdelmounaim et al. Effect of straw fibers addition on hygrothermal and mechanical properties of carbon-free adobe bricks: From material to building scale in a semi-arid climate. *Building and Environment* [en línea]. 2024, 111380 [consultado el 19 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111380>  
ISSN 0360-1323.

ALBUJA, Jorge y DAMIÁN Andreina. Leveraging Life Cycle Cost Analysis (LCCA) for Optimized Decision Making in Adobe Construction Materials. *Applied Sciences* [en línea]. 2024, 14(5), 1760 [consultado el 19 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/app14051760>  
ISSN 2076-3417.

COSTA, Cristiana et al. The sustainability of adobe construction: past to future. *International Journal of Architectural Heritage* [en línea]. 2019, **13**(5), 639–647 [consultado el 19 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1459954>

ISSN 1558-3066.

FAGES, J. M. et al. Calibration of a total strain crack model for adobe masonry based on compression and diagonal compression tests. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2022, 352, 128965 [consultado el 19 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128965>

ISSN 0950-0618.

RAFI, Masood, KHAN Sher y BHUTTO Aslam. Experimental Assessment of Mechanical Properties of Adobe Masonry. *Journal of Materials in Civil Engineering* [en línea]. 2023, 35(9) [consultado el 19 de junio de 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1061/jmcee7.mteng-15430>

ISSN 1943-5533.

## ANEXOS

### Incorporación de Fibras Naturales en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe Artículo de Revisión de Literatura

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>vdocuments.com.br</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.insper.edu.br</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>elib.pstu.ru</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>journalindustrial.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>catalogoestatal.zacatecas.gob.mx</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>10</b>	<b>es.m.dlharvest.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>11</b>	<b>library.ajman.ac.ae</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>12</b>	<b>repositorio.bc.ufg.br</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>13</b>	<b>www.clubensayos.com</b> Fuente de Internet	

		<1 %
14	<a href="http://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://de.slideshare.net">de.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="mailto:mail.ues.edu.sv">mail.ues.edu.sv</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://www.fondacio.cl">www.fondacio.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://www.ptolomeo.unam.mx:8080">www.ptolomeo.unam.mx:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://www.scidev.net">www.scidev.net</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado